

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-250847

(43)Date of publication of application : 05.10.1989

(51)Int.Cl.

G01N 21/88
H05K 3/00

(21)Application number : 01-039187

(71)Applicant : KLA INSTR CORP

(22)Date of filing : 18.02.1989

(72)Inventor : CHADWICK CURT H
SHOLES ROBERT R
GREENE JOHN D
TUCKER III FRANCIS D
FEIN MICHAEL E
JANN P C
HARVEY DAVID J
BELL WILLIAM

(30)Priority

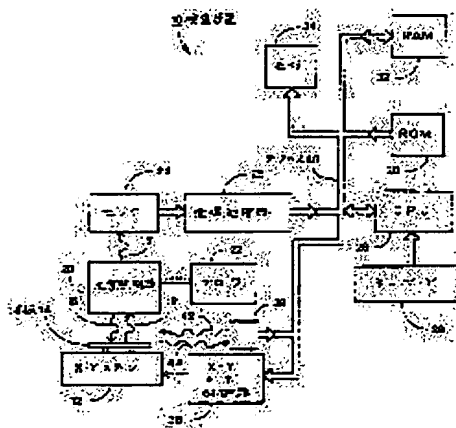
Priority number : 88 158289 Priority date : 19.02.1988 Priority country : US

(54) AUTOMATIC HIGH SPEED OPTICAL INSPECTION EQUIPMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To detect a smaller region of a material lacking conductivity by performing quasi-Lambert focused illumination.

CONSTITUTION: At first, the design characteristics of a pattern on the surface of a substrate 14 to be inspected are stored in an RAM 32 from a data base being used for generating the pattern or by placing the substrate 14 on an XY stage 12 and inputting the characteristics thereof through an image pickup system when the substrate 14 is moved under an illuminator 20. Some region on the surface of substrate 14 to be inspected is then illuminated substantially uniformly by means of the focused Lambert illuminator 20. Subsequently, the region on the surface of substrate 14 illuminated by the illuminator 20 with a sensor 24 is focused. Furthermore, a comparison means (CPU 26) compares the focused region of substrate 14 with desired characteristics thereof stored in an ROM 30 in response to a data stored in the RAM 32 and the sensor 24. According to the arrangement, a smaller region of a material lacking conductivity can be detected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-250847

⑬ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)10月5日

G 01 N 21/88
H 05 K 3/00F-7517-2G
Q-6921-5E

審査請求 未請求 請求項の数 56 (全39頁)

⑮ 発明の名称 自動高速光学検査装置

⑯ 特 願 平1-39187

⑰ 出 願 平1(1989)2月18日

優先権主張 ⑱ 1988年2月19日 ⑲ 米国(US) ⑳ 158,289

㉑ 発 明 者 カート エイチ シヤ アメリカ合衆国 カリフォルニア 95032 ロス ガトス
ドウィツク ウッデッド ビュー ロード 220㉒ 発 明 者 ロバート アール シ アメリカ合衆国 カリフォルニア 95005 ベン ロモン
ヨールズ ド ハルソン レイン 315㉓ 出 願 人 ケイ エル エイ イ アメリカ合衆国 カリフォルニア 95054 サンタ クラ
ンスフルメンツ コー ラ ミツシヨシ カレッジ プーラバード 2051
ボレーシヨシ㉔ 代 理 人 弁理士 布施 行夫 外2名
最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

自動高速光学検査装置

2. 特許請求の範囲

(1). 基板の表面特性を検査する検査装置であって、

基板の表面の所望特性を記憶する記憶手段と、

検査しようとしている基板の表面の或る領域をほぼ均一に照明する合焦点準ランベルト照明手段と、

この照明手段で照明された基板の領域を結像するセンサ手段と、

記憶手段およびセンサ手段に回答して基板の結像領域を基板の記憶された所望特性と比較する比較手段と

を包含する検査装置。

(2). 基板の表面特性を検査する検査装置であって、

基板の表面の所望特性を記憶する記憶手段と、

検査しようとしている基板の表面の或る領域をほぼ均一に照明する照明手段と、

この照明手段で照明された基板の領域を結像するT D Iセンサ手段と、

記憶手段およびセンサ手段に回答して基板の結像領域を基板の記憶された所望特性と比較する比較手段と

を包含する検査装置。

(3). 基板の表面特性を点検する方法であって、

a. 基板の表面の所望特性を記憶する段階と、

b. 点検しようとしている基板の表面の或る領域を合焦点準ランベルト照明でほぼ均一に照明する段階と、

c. 照明手段で照明された基板の領域を結像する段階と、

d. 基板の結像領域を基板の記憶された所望特性と比較する段階と

を包含する方法。

(4). 基板の表面特性を点検する方法で

特開平1-250847 (2)

あって、

- α. 基板の表面の所望特性を記憶する段階と、
 - β. 点検しようとしている基板の表面の或る領域をほぼ均一に照明する段階と、
 - γ. 照明手段で照明された基板の領域をT D I センサ手段で映像する段階と、
 - δ. 基板の結像領域を基板の記憶された所望特性と比較する段階と
- を包含する方法。

(5). 狭い線形領域に沿ってほぼ均一に合点照明を行なう照明装置であって、

前記円筒形の第1、第2の反射器手段であって、各々が他の反射器手段の長軸に対してほぼ平行な長軸を有し、また、各々が互いに最も接近した端に拘って隔たっていて照明線形領域を前記照明装置を通して上から見ることができる経路を構成している第1、第2の反射器手段と、

各々が平らであり、互いに平行に前記第1、第2の反射器手段の各々の両端のところに接合してありかつ前記第1、第1の反射器手段の長軸に

器手段と、

各々が第1、第2の反射器手段の対応したものに平行に接合してあって対応した反射器手段のほぼ全表面に光を送る第1、第2の線形光源手段とを包含し、照明線形領域が前記第1、第2の反射器手段の1つの焦点に位置していることを特徴とする検査装置。

(7). 請求項6記載の検査装置において、前記第1、第2の線形光源手段の各々が高さは低いが幅は照明線形領域とほぼ同じとなっている出口端を備えた光ファイバ束と、これら第1、第2の光ファイバ束の入口端を照明するように配置した非干渉性光源とを包含することを特徴とする検査装置。

(8). 請求項6記載の検査装置において、前記第1、第2の線形光源手段の各々が照明線形領域とはほぼ同じ長さを有する光源を包含し、この光源が前記第1、第2の反射器手段のうち対応するものに対して平行になっており、各光源手段が対応する反射器手段の第1焦点のところにあり、

対してほぼ直角に位置している第3、第4の反射器手段と、

各々が第1、第2の反射器手段の対応したものに平行に接合してあって対応した反射器手段のほぼ全表面に光を送る第1、第2の線形光源手段とを包含し、照明線形領域が前記第1、第2の反射器手段の1つの焦点に位置していることを特徴とする照明装置。

(9). 請求項2記載の検査装置において、前記照明手段が、

前記円筒形の第1、第2の反射器手段であって、各々が他の反射器手段の長軸に対してほぼ平行な長軸を有し、また、各々が互いに最も接近した端に拘って隔たっていて照明線形領域を前記照明装置を通して上から見ることができる経路を構成している第1、第2の反射器手段と、

各々が平らであり、互いに平行に前記第1、第2の反射器手段の各々の両端のところに接合してありかつ前記第1、第1の反射器手段の長軸に対してほぼ直角に位置している第3、第4の反射

照明線形領域が前記第1、第2の反射器手段の各々の第2焦点のところにあるように各光源手段が接合してあることを特徴とする検査装置。

(10). 請求項8記載の検査装置において、前記照明手段が、さらに、

前記円筒形となっており、長軸が第1、第2の反射器手段の長軸に対してほぼ平行であり、前記第1、第2の反射器手段の上方で、照明線形領域を前記照明手段を通して上から見ることのできる経路から離れて接合してある第5の反射器手段と、

照明線形領域を前記照明手段を通して上から見ることのできる経路内に接合してあり、光学観察領域に対して傾斜しており、第5反射器手段から照明線形領域に向かって合焦点ビームを反射するように位置したビームスプリッタ手段と、

前記第5反射器手段に対して平行に接合してあって第5反射器手段のほぼ全表面に光を送る第3線形光源手段とを包含し、この第3線形光源手段が第5反射器手段の第1焦点のところに、照明

特開平1-250847 (3)

線形領域が第5反射器手段の第2焦点のところに位置し、第5反射器手段からのビームがビームスプリッタ手段で反射されるようにしたことを特徴とする検査装置。

(10)、請求項9記載の検査装置において、前記第1、第2の光源手段が水冷式水銀電管アークランプであり、前記照明手段が、さらに、照明線形領域と第1、第2の光源手段および第1、第2の反射器手段の組合わせの各々との間に取り外し自在に位置させることができ、第1、第2の光源手段および第1、第2の反射器手段の組合わせから被照明線形領域に送られた光を透過する第1、第2の光学フィルタ手段と、ビームスプリッタ手段の照明線形領域から離れた側に設置した可視光フィルタであり、そこを通して照明線形領域からの光がセンサ手段に通るときに可視光のみがセンサ手段を通るようにした第3光学フィルタ手段と、この第3光学フィルタ手段のビームスプリッタ手段から離れた側に装着してあって照明線形領域からの光をセンサ手段上に焦点合せする

レンズ手段とを包含することを特徴とする検査装置。

(11)、請求項6記載の検査装置において、前記第1、第2の光源手段の各々が照明線形領域とほぼ同じ長さの細長いランプと、このランプを取り囲んでいる透明ジャケット手段とを包含することを特徴とする検査装置。

(12)、請求項11記載の検査装置において、前記透明ジャケット手段がランプの放射する光を透過するように光学的に被覆してあることを特徴とする検査装置。

(13)、請求項11項記載の検査装置において、前記透明ジャケット手段が前記ランプのまわりに室を形成していてランプの冷却水の導管としていることを特徴とする検査装置。

(14)、請求項2記載の検査装置において、前記照明手段が前記照明線形領域のすぐ上に設置してあって基板の、絶縁領域以外の領域から反射されてきた光の量を検出するスリット対立体手段を包含することを特徴とする検査装置。

(15)、請求項14記載の検査装置において、前記スリット対立体手段がそれを基板の表面上方ほぼ均一な高さのところに浮上させる一対の空気受手段を包含することを特徴とする検査装置。

(16)、請求項6記載の検査装置において、前記第1、第2の反射器手段が被長選択コーティングを包含し、反射しようとしている選定波長の光および他の波長の光を基板の熱負荷を減らすように伝達するようにしたことを特徴とする検査装置。

(17)、請求項2記載の検査装置において、前記照明手段が偏振した方向へ移動する空気の源となる高体積空気源手段と、照明手段を通して前記空気を送り、基板のほぼ均一に照明された領域とセンサ手段との間の光路における照明手段内のシュリーレン効果を増小限に抑える導管手段とを包含することを特徴とする検査装置。

(18)、請求項1記載の検査装置において、前記照明手段が、

前門円筒形の第1、第2の反射器手段であって、各々が他の反射器手段の長軸に対してほぼ平行な長軸を有し、また、各々が互いに傾も接点した後に沿って隔たっていて照明線形領域を前記照明装置を通して上から見ることが出来る通路を形成している第1、第2の反射器手段と、

各々が平らであり、互いに平行に前記第1、第2の反射器手段の各々の両端のところに装着してありかつ前記各第1、第2の反射器手段の長軸に対してほぼ直角に位置している第3、第4の反射器手段と、

各々が第1、第2の反射器手段の対応したものに平行に装着してあって対応した反射器手段のほぼ全表面に光を送る第1、第2の線形光源手段であって、照明線形領域が前記各第1、第2の反射器手段の1つの焦点に位置するようにし、各々が照明線形領域とほぼ同じ長さを有する光源を包含し、この光源が前記第1、第2の反射器手段のうち対応するものに対して平行になっており、各光源手段が対応する反射器手段の第1焦点のところに

特開平1-250847 (4)

にあり、照明線形領域が前記第1、第2の反射器手段の各々の第2焦点のところにるように各光源手段が装着してある第1、第2の線形光源手段と、

前記円筒形となっており、底面が第1、第2の反射器手段の長軸に対してほぼ平行であり、前記第1、第2の反射器手段の上方で、照明線形領域を前記照明手段を通して上から見ることのできる経路から離れて装着してある第5の反射器手段と、

照明線形領域を前記照明手段を通して上から見ることのできる経路内に装着してあり、光学視野軸線に対して傾斜しており、第5反射器手段から照明線形領域に向って合焦点ビームを反射するように位置したビームスプリッタ手段と、

前記第5反射器手段に対して平行に装着してあって第5反射器手段のほぼ全表面に光を送る第3線形光源手段とを包含し、

この第3線形光源手段が第5反射器手段の第1焦点のところに、照明線形領域が第5反射器手

する検査装置。

(20)、請求項18記載の検査装置において、前記第1、第2の光源手段の各々が照明線形領域とほぼ同じ長さの細長いランプと、このランプを取り囲んでいる透明ジャケット手段とを包含することを特徴とする検査装置。

(21)、請求項20記載の検査装置において、前記透明ジャケット手段がランプの放射する光を偏通するように光学的に被覆してあることを特徴とする検査装置。

(22)、請求項20項記載の検査装置において、前記透明ジャケット手段が前記ランプのまわりに空を形成していてランプの冷却水用の導管としていることを特徴とする検査装置。

(23)、請求項1記載の検査装置において、前記照明手段が前記照明線形領域のすぐ上に配置してあって基板の、前記領域以外の領域から反射されてきた光の量を低減するスリット組立手段を包含することを特徴とする検査装置。

(24)、請求項23記載の検査装置におい

て、前記第2焦点のところに位置し、第5反射器手段からのビームがビームスプリッタ手段で反射されるようにしたことを特徴とする検査装置。

(19)、請求項18記載の検査装置において、前記第1、第2の光源手段が水冷式水銀管アーク・ランプであり、前記照明手段が、さらに、照明線形領域と第1、第2の光源手段および第1、第2の反射器手段の組合わせの各々の間に取り外し自在に位置させることができ、第1、第2の光源手段および第1、第2の反射器手段の組合わせから被照明線形領域に送られた光を偏通する第1、第2の光学フィルタ手段と、ビームスプリッタ手段の照明線形領域から隔たった側に設置した可視光フィルタであり、そこを通して照明線形領域からの光がセンサ手段に通るときに可視光の量がセンサ手段を通るようにした第3光学フィルタ手段と、この第3光学フィルタ手段のビームスプリッタ手段から隔たった側に装着してあって照明線形領域からの光をセンサ手段上に焦点合せするレンズ手段とを包含することを特徴と

て、前記スリット組立手段がそれを基板の表面上方にほぼ均一な高さのところに浮上させる一対空気軸受手段を包含することを特徴とする検査装置。

(25)、請求項18記載の検査装置において、前記第1、第2の反射器手段が波長選択コーティングを包含し、反射しようとしている選定波長の光および他の波長の光を基板の熱負荷を減らすように伝通するようにしたことを特徴とする検査装置。

(26)、請求項1記載の検査装置において、前記照明手段が開閉した方向へ移動する空気の流れとなる高圧空気源手段と、照明手段を通して前記空気を送り、基板のほぼ均一に照明された領域とセンサ手段との間の光路における照明手段内のシュリーレン効果を最小限に抑える導管手段とを包含することを特徴とする検査装置。

(27)、請求項5記載の検査装置において、前記第1、第2の線形光源手段の各々が高さは低いが幅は照明線形領域とほぼ同じとなっている出

特開平1-250847 (5)

口端を揃えた光ファイバー束と、これら第1、第2の光ファイバー束の入口端を照明するように配置した非干渉性光源とを包含することを特徴とする検査装置。

(28)、請求項5記載の照明装置において、前記第1、第2の線形光源手段の各々が照明線形領域とはほぼ同じ長さを有する光源を包含し、この光源が前記第1、第2の反射器手段のうち対応するものに対して平行になっており、各光源手段が対応する反射器手段の第1焦点のところにあり、照明線形領域が前記第1、第2の反射器手段の各々の第2焦点のところにあり、各光源手段が装設してあることを特徴とする照明装置。

(29)、請求項28記載の照明装置において、さらに、

前記円筒形となっており、長軸が第1、第2の反射器手段の長軸に対してほぼ平行であり、前記第1、第2の反射器手段の上方で、照明線形領域を前記照明手段を通して上から見ることで、経路から離れて装設してある第5の反射器手段

が第1、第2の反射器手段の組合わせから被照明線形領域に送られた光を透過する第1、第2の光学フィルタ手段と、ビームスプリッタ手段の照明線形領域から隔たった側に設置した可視光フィルタであり、そこを通して照明線形領域からの光がセンサ手段に通るときに可視光のみがセンサ手段を流すようにした第3光学フィルタ手段と、この第3光学フィルタ手段のビームスプリッタ手段から隔たった側に装設してあって照明線形領域からの光をセンサ手段上に焦点合せするレンズ手段とを包含することを特徴とする照明装置。

(31)、請求項5記載の照明装置において、前記第1、第2の光源手段の各々が照明線形領域とはほぼ同じ長さの細長いランプと、このランプを取り囲んでいる透明ジャケット手段とを包含することを特徴とする照明装置。

(32)、請求項31記載の照明装置において、前記透明ジャケット手段がランプの放熱する光を透過するように光学的に被覆してあることを特徴とする照明装置。

と、

照明線形領域を前記照明手段を通して上から見ることで、経路内に装設してあり、光学観察軸線に対して傾斜しており、第5反射器手段から照明線形領域に向って合焦点ビームを反射するように位置したビームスプリッタ手段と、

前記第5反射器手段に対して平行に装設してあって第5反射器手段のほぼ全表面に光を送る第3線形光源手段とを包含し、この第3線形光源手段が第5反射器手段の第1焦点のところに、照明線形領域が第5反射器手段の第2焦点のところに位置し、第5反射器手段からのビームがビームスプリッタ手段で反射されるようにしたことを特徴とする照明装置。

(30)、請求項29記載の照明装置において、前記第1、第2の光源手段が水冷式金属管アークランプであり、さらに、照明線形領域と第1、第2の光源手段および第1、第2の反射器手段の組合わせの各々との間に取り外し自在に位置させることができ、第1、第2の光源手段および

(33)、請求項31項記載の照明装置において、前記透明ジャケット手段が前記ランプのまわりに室を形成していてランプの冷却水用の導管として、いることを特徴とする照明装置。

(34)、請求項5記載の照明装置において、さらに、前記照明線形領域のすぐ上に配置してあって基板の、対象領域以外の領域から反射されてきた光の量を低減するスリット組立手段を包含することを特徴とする照明装置。

(35)、請求項34記載の照明装置において、前記スリット組立手段がそれを基板の表面上方ほぼ均一な高さのところに浮上させる一対の空気受手段を包含することを特徴とする照明装置。

(36)、請求項5記載の照明装置において、前記第1、第2の反射器手段が被覆選択コーティングを包含し、反射しようとしている選定波長の光および他の波長の光を基板の熱負荷を減らすように伝達するようにしたことを特徴とする照明装置。

特開平1-250847 (6)

(37)、請求項5記載の照明装置において、前記照明手段が照射した方向へ移動する空気の流れとなる高圧空気流手段と、照明手段を通して前記空気を送り、基板のほぼ均一に照明された領域とセンサ手段との間の光路における照明手段内のシュリーレン効果を見小眼に抑える導管手段とを包含することを特徴とする照明装置。

(38)、請求項14記載の検査装置において、さらに、前記センサ手段を装着する固定取り付け面と、前記センサ手段のすぐ下で前記固定取り付け面に前記照明手段を取り付けるための第1取り付け手段とを包含し、この第1取り付け手段が検査しようとしている基板の表面に対して垂直な方向へのみ前記照明手段を移動させ得るように配置してあって照明手段と基板表面との間の距離を比較的一定に保つようになっており、またさらに、前記照明手段のすぐ下で前記固定取り付け面に前記スリット組立体系手段を装着するための第2取り付け手段を包含し、この第2取り付け手段が検査しようとしている基板の表面に対して垂直

方向にのみ前記スリット組立体系手段を移動させ得るように配置してあってスリット組立体系手段と基板表面との距離を比較的一定に保つようにしたこととを特徴とする検査装置。

(39)、請求項23記載の検査装置において、さらに、前記センサ手段を装着する固定取り付け面と、前記センサ手段のすぐ下で前記固定取り付け面に前記照明手段を取り付けるための第1取り付け手段とを包含し、この第1取り付け手段が検査しようとしている基板の表面に対して垂直な方向へのみ前記照明手段を移動させ得るように配置してあって照明手段と基板表面との間の距離を比較的一定に保つようになっており、またさらに、前記照明手段のすぐ下で前記固定取り付け面に前記スリット組立体系手段を装着するための第2取り付け手段を包含し、この第2取り付け手段が検査しようとしている基板の表面に対して垂直方向にのみ前記スリット組立体系手段を移動させ得るように配置してあってスリット組立体系手段と基板表面との距離を比較的一定に保つようにしたこ

とを特徴とする検査装置。

(40)、請求項4記載の方法において、段階bが

e、基板表面上方にそれにごく接近して配置した狭いスリットを通して基板表面上の特定の領域を照明する段階を包含することを特徴とする方法。

(41)、請求項4記載の方法において、さらに、

f、照明領域を通して空気流を送って段階cでのシュリーレン効果を見小眼に抑える段階を包含することを特徴とする方法。

(42)、請求項4記載の方法において、さらに、

g、検査しようとしている表面に対して垂直方向へ照明手段を移動させてそれらの間の距離を比較的一定に保ち、段階cにおいて表面を合焦点状態に維持する段階を包含することを特徴とする方法。

(43)、請求項4記載の方法であって、基板

の透光検査を行なうための方法において、段階bが

h、基板の表面を短波長の被干渉性光で照明する段階と、

i、段階hの光よりも長い波長の光で基板の表面を結像する段階とを包含することを特徴とする方法。

(44)、請求項4記載の方法であって、基板の検査を透光検査とランペルト照明の組合わせで行なう方法において、さらに、

j、短波長被干渉性光である段階hの照明で段階a～dを実施し、基板の照明光よりも長い波長の光で基板の結像を行なう段階と、

k、ランペルト照明である段階bの照明で段階a～dを実施する段階とを包含することを特徴とする方法。

(45)、請求項3記載の方法において、段階bが

e、基板表面の上方にごく接近して配置した狭いスリットを通して基板表面上の特定の領域を

特開平1-250847 (7)

照明する段階

を包含することを特徴とする方法。

(46)、請求項3記載の方法において、さらに、

f、照明領域を通して空気流を送って段階cでのシュリーレン効果を抑させる段階を包含することを特徴とする方法。

(47)、請求項3記載の方法において、さらに、

g、検査しようとしている表面に対して垂直方向へ照明手段を移動させてそれらの間の間隔を比較的一定に保ち、段階cにおいて表面を合焦点状態に維持する段階を包含することを特徴とする方法。

(48)、請求項3記載の方法であって、基板の透光検査を行なうための方法において、段階bが

h、基板の表面を短波長の被干渉性光で照明する段階と、

i、段階hの光よりも長い波長の光で基板の表

面として知られる第1方向における少なくとも2列の透光領域と、多重ディメンションとして知られる第2方向における少なくとも1行の透光領域とを有することを特徴とする検査装置。

(52)、請求項52記載の検査装置において、前記TDIセンサ手段が多重方向において均等な間隔で設けた少なくとも1つのタップを包含することを特徴とする検査装置。

(54)、請求項2記載の検査装置において、前記TDIセンサ手段が二次元電荷結合デバイス感光アレイであることを特徴とする検査装置。

(55)、請求項2記載の検査装置において、前記TDIセンサ手段がTDIディメンションとして知られる第1方向における少なくとも2列の透光領域と、多重ディメンションとして知られる第2方向における少なくとも1行の透光領域とを有することを特徴とする検査装置。

(56)、請求項55記載の検査装置において、前記TDIセンサ手段が多重方向において均等な間隔で設けた少なくとも1つのタップを包含

面を結像する段階と

を包含することを特徴とする方法。

(49)、請求項3記載の方法であって、基板の検査を透光検査と準ランベルト照明の組合わせで行なう方法において、さらに、

i、短波長被干渉性光である段階bの照明で段階a~dを実施し、基板の照明光よりも長い波長の光で基板の結像を行なう段階と、

j、準ランベルト照明である段階bの照明で段階a~dを実施する段階と

を包含することを特徴とする方法。

(50)、請求項1記載の検査装置において、前記センサ手段がTDIセンサ手段であることを特徴とする検査装置。

(51)、請求項50記載の検査装置において、前記TDIセンサ手段が二次元電荷結合デバイス感光アレイであることを特徴とする検査装置。

(52)、請求項50記載の検査装置において、前記TDIセンサ手段がTDIディメンショ

んすることを特徴とする検査装置。

3. 発明の詳細な説明

発明の背景

本願はLarry M. Rosenberg, Alexander BrundyおよびCurt B. Chadwickの名前で出願され、本願と同じ譲り受け人に譲渡された、「Stable Instrument Bench With Replicated Precision Surface」という名称の別の特許出願に関係する。

本発明はプリント配線板等のような表面の自動検査に関し、一層詳しくは、検出器としてTDIセンサを用いている表面の自動歪曲検査に関する。

プリント配線板(pwb)は、非導電性基板(FR-4エポキシ・ガラス繊維複合材のような材料で作ってある)上に存在する導電パターン(1.4ミル厚銅のような材料で作ってある)を包含する。プリント配線板の製作時、導電性材料の積層を意図的に粗面加工して、導電体へのフォトレジストの接合を助けることが多い。粗面加工方法には、機械的研削法、化学的エッチ

特開平1-250847 (8)

グ法、電気メッキによる模倣付き表面層の付与（たとえば、いわゆる「二重処理銅」で行なわれる）がある。それぞれの粗面加工法はそれぞれ独特の表面組織を生じさせる。

したがって、プリント配線板の光学検査用の機械の設計では、①種々の表面組織を効果的に処理できるようにすることが必要であり、また、②できるだけ用途上の融通性を与えるために、導電体が帯りかな表面を有するプリント配線板を正しく検査できるようにすることも望ましい。

検査のために不透明な光学図を照明する最も普及した簡単な方法では、被検査面を顕微鏡の目鏡に用いるのと同じレンズを通して照明を行ない、また、そのレンズで表面から反射あるいは散乱してきた光を集めている。この方法は明視野垂直照明として広く知られており、簡単に、明視野照明と呼ばれている。

第2図は、プリント配線板を検査するのに明視野照明を用いるときに特有の問題を示している。銅製導電体8（断面で示す）は絶縁基板9上にあ

る。導電体8の頂面は粗い状態で示してある（ここでは、説明のために粗さ程度はかなり誇張してある）。照明はレンズ11を通して行なわれ、このレンズは表面から反射あるいは散乱してきた光を収束するのに用いられる。

今ここで、導電体表面上の或る特定の点13を検査するときのこのシステムの動作を考える。点13は、照明の便宜上、水平面からかなり傾斜した小さな領域内にあるものとして選んだ。照明光線1、2はレンズ11の両端から点13に到達する。点13に達する他のすべての光線は光線1、2間の角度で到達する。点13のところの表面の傾斜は、光線1が反射して光線3となり、光線2が反射して光線4となり、これらの光線3、4が共にレンズ11の開口部の外側に位置するように決めている。他のすべての照明光線は光線3、4の間のどこかに反射することになる。すなわち、照明光がレンズ11に向かって反射することがないということである。レンズ11の上方に設置してあって戻ってくる光線を収束するように

なっている任意の光学的センサは点13を焦点として見る。これは点13を出た光がいずれもレンズを通らないからである。

ここで説明している一般的な観点は、粗面を明視野垂直照明で観察したときにその表面の急傾斜部分が暗く見えがちであり、表面の全体的な構造が変化の大きいまだらとなるということにある。

光学検査機械にとっては、銅傾斜と絶縁材傾斜を区別できることが必要である。これは、しばしば、導電性領域が少なくとも選定した波長では絶縁領域よりも反射性が高いという事実の利点を採用することによって行なわれる。電子ロジックが用いられており、これは銅領域を絶縁性と識別し、銅領域を導電性と識別する。照明光学系が導電性領域をまだらに見せる場合には、導電性領域の或る部分が絶縁性と誤って識別されることになる。

この問題についての公知の解決策は、比較的大きな領域にわたって観察した反射率値を平均し、粗面・模倣付き銅の場合でも、平均反射率が基板

材料の平均反射率よりも高いことが多いという事実の利点を採用することである。しかしながら、この方法は平均化する領域よりも小さいサイズの実際に銅の欠けている欠陥を検出するには実用的でないという欠点を有する。

従来方法での照明系の開口数（NA）、すなわち、 $NA = \sin(\theta)$ を定義した場合（ここで、 θ は表面に直角な光線と極端な照明光線との角度である）、照明のNAは少なくとも約0.7NAでなければならず、0.8NAより大きいと好ましい。さらに、照明はあらゆる入射角にわたって一定の強さ（ワット/ステラジアン/cm²）でなければならない（すなわち、ランペルト）。

本発明の効果は、粗面・模倣付き表面の見出しのまだら模倣を光学的に減らすことによって、大面積の平均化を避けることを可能にし、その結果、導電性を欠いた材料のより小さな領域を検出するのを可能としたことにある。

場合によっては0.9を超えることもある開口

特開平1-250847 (9)

最も広視野の角度でも合焦点照明を行なうことは新規ではない。たとえば、高NA対物レンズを用いる高倍率顕微鏡で用いられる明視野遠照照明でこのような照明が行なわれる。このような顕微鏡の最良のものでは、0.95のオーダーの照明NAを得ている。しかしながら、このような顕微鏡での照明の強度は入射角と無関係ではない。大きな角度では強い湾曲のレンズ要素の透過率が低下するので、このような対物レンズで行なう照明は直角から離れた角度になるにつれてかなり弱くなる。

したがって、本発明は形ランペルト合焦点照明を行なうという事実によって区別される。

発明の概要

本発明の好ましい実施例によれば、基板検査装置および方法と照明装置とが得られる。この検査装置および方法は基板の表面の所望の特徴を記憶する記憶装置と、検査しようとしている基板の表面の成る領域をほぼ均一に照明するための合焦点照明器とを包含する。さらに、照明器によって照

明される基板領域を結像するセンサと、記憶装置およびセンサにตอบสนองして基板の結像領域を基板の記憶された所望特徴と比較する比較器とが設けられている。

照明装置は図の狭い線形領域に沿ってほぼ均一な合焦点照明を行なうようになっている。この照明装置は楕円円錐形の第1、第2、第3の反射器を包含し、各反射器の長軸が他の反射器の長軸とはほぼ平行になっている。第4、第5の反射器も設けてあり、それぞれが平らであり、互いに平行にかつ前記第1、第2、第3の反射器の各々の両端に装着してあり、また、第1、第2、第3の線形光源がそれぞれ前記第1、第2、第3の反射器の対応するものに対して平行に装着してあり、各線形光源が対応する反射器の第1焦点のところにありかつ照明された線形領域が第1、第2、第3の各反射器の第2焦点のところにあるように装着してある。

実施例システム概略

第1図には、本発明の検査装置10の全体的なブロック図が示してある。この検査装置10におけるテスト法は、基本的には、検査しようとしている表面と成る選定した良好な基板の表面とを比較することである。本発明においては、テストしている基板の表面パターンを既知の良好な基板上の参照パターンとの直接の比較というよりもむしろ、既知の良好な基板上のパターンの基本的な特性を記憶装置に記憶しておき、検査しようとしている基板の参照した特性を予め記憶しておいた特性と比較するのである。ここに開示した検査装置の意図した用途はウェファー、マスク、プリント配線板、光学工具等の検査である。

本発明の実施例における検査装置10はCPU26を有するコンピュータ制御システムであり、このCPUはデータバス40を経てシステムの他の種々の構成要素と連結している。データバス40に接続した検査装置中の他の構成要素としては、ROM30、RAM32、モニタ34、XYサーボ制御器36、位置センサ38および面

像処理装置28がある。検査装置に使用者が働きかけることができるようにキーボード28が設けてあり、基板14の検査を開始し、手動で制御できるようにになっている。さらに、基板14の現在観察されつつある領域を使用者に視覚を通じてフィードバックさせるためにモニタ34が設けてある。RAM32、ROM30はCPU制御システムにおける通常の機能を行なうために設けてある。XYサーボ制御器36はXYステージ12に機械的に連結してあって基板14をCPU26の制御の下に所望位置まで移動させる。位置センサ38はステージ12のX位置とY位置を決定するための線形スケールである。基板14のすぐ上には光学照明器20が装着してあり、これは基板14の表面を光線16で照明するものであり、また、この照明器を通じて基板の表面を光線18、18'を介してセンサ24で観察されるようになっている。センサ24は、基板14の表面の個像素を画像処理装置25に送られる電気信号に変換する。画像処理装置25は、セ

特開平1-250847 (10)

ンサ24からの信号を処理して検出された値を用
 図すると共に、データを再構築してそれを圧縮
 し、RAM32で受け取ったデータを格納するに
 必要な記憶量を最小限に抑える。

作動にあたって、使用者は、まず、検査しよう
 としている基板14の表面上のパターンのデザイ
 ン特性をRAM32に記憶させる。これらの特性
 は位置、特性、運動性の情報を含んでいる。これ
 は2つの方法、たとえば、パターンを発生させる
 のに用いられるデータベースから、あるいは、
 XYステージ12上に「真鍮板」基板14を置
 き、照明器20の下を移動させたときに映像捕捉
 システムでその特性を自動的に入力することによ
 って行なわれ得る。「真鍮板」というのは、成
 る空腔を、良好であると知られている別の装置と
 比較することによってテストする場合あるいは欠
 陥が発見され、データを補正する場合のテスト分
 野で用いられる技術用語である。

選んだ映像センサ、たとえば、Tビセンサと
 の組み合わせで以下に述べる種々の照明技術を使用

することによって、プリント配線板のような基板
 の表面は、毎秒25インチ(63.5センチメー
 トル)の速度で基板を照明器の下の直線路に沿っ
 て移動させながら検査することができる。

光学照明器

本発明の基本的な実施例の1つは、検査しよう
 としている加工片上方にできるかぎり均一な照明
 野を与え、まだら模様の影響を最大限に抑えるこ
 とのできる照明装置である。

本発明の光学照明器20は第2図の照明光線
 5を考察することによって理解して貰えよう。こ
 の光線はレンズ11の開口の外側から、或る角度
 で照明システム(図示せず)によって与えられ
 る。光線5は点13のところで傾斜面によって反
 射されて光線6となり、この光線はレンズ11に
 入射する。この光線は、センサ上に結像したと
 き、点13まわりの表面領域を明領域とするよう
 に作用する。第2図についての説明で例示する理
 由付けは、断面のまだら模様が、大きな角度で照
 明光線を与えることによってかなり減少するかも

るいは除去すられ、断面の成る特定の領域の局
 所的な傾斜があるところではどこでも、観察用レ
 ンズに反射させようとしている適切な角度で利用
 できる照明光線が常に存在するということを証明
 することにある。

表面の成る部分が傾斜している可能性のある各
 角度について、成る特定のグループの照明光線が
 その表面から観察用レンズに反射させられること
 になる。種々の角度で傾斜した表面がセンサに
 対して均等に明るいと判断できるようにするため
 に、種々のグループの光線がすべて同じ強度であ
 ることが重要である。処理しようとしている表面
 上に位置し、光を見ている仮想観察者を想定すれ
 ば、光が均等な強度であらゆる方向から到達する
 こと、すなわち、観察者が均一な角度の天井の下
 に位置していることは明らかである。

ランペルト法表面、たとえば、乳白色ガラス片
 が観察者のすぐ上に位置しており、また、空間的
 に均一な照明光がこの表面を貫いて送られてくる
 場合、上記の照明条件が関係してくる。ランペル

ト面は等しい光学的なパワー密度を等しい立体的
 で照射するものであり、任意の方向から表面を見
 ている観察者は同じ明るさを見ることになる。加
 工片上に位置する仮想観察者は乳白色ガラス天井
 を見上げており、その見ている方向がどの方向で
 あろうと、この観察者は壁が見ている点のところで
 乳白色ガラスの表面に当たる光の強度に比例する
 強度の光を見ることになる。したがって、乳白色
 ガラスの表面に入射する光の空間的な均一性は観
 察領域で見られる光の角度の均一性となろう。

このような照明器は、乳白色ガラスが対象物の
 観察を助けるという理由のためだけで使用できな
 い。本発明の照明器は理想的なランペルト照明器
 を有用な程度まで近づける実用的な照明器であ
 る。これは準ランペルト照明器と呼ぶことができ
 る。

まだら模様をまったく抑制できないいくつかの
 粗面形態がある。これは第3図を考察することに
 よって理解できる。第3図の表面上の点
 205は天井照明に接近し強いほど水平面からか

特開平1-250847 (11)

なり傾斜している。光線 201、202 は点 205 からレンズ 11 の境界面まで延びている。光線 203、204 は反射して光線 201、202 となるように与えた照明光線である。これらの光線は導電体 8 の内部から来るものであるか（これは不可能である）、あるいは、導電体表面上の他の点からの反射した後に点 205 に到達したものであるはずである。表面材料の反射率が不完全であるから、点 205 のように簡接照明点は天井によって直接照明される点よりも暗く見えることになる。

まだら模様を完全に抑制することが理論的にできないということにもからわず、本発明者等は、加工片上方の天井照明を均一にすればする等と、より効果的にまだら模様を抑制できることを経験的に認識した。まだら模様抑制を最適に行なった場合、暗い銅領域を絶縁材と誤識別することによる失敗なしに導電体パターンにあり得る最小の欠陥も見出せるように検査アルゴリズムを追加することができる。

これを行なわなかった場合、たとえば、北方向で模様から 40 度傾斜した小さい表面領域は東方向に傾斜した基板表面領域から異なった見掛け上の輝度を持つことになる。

実験から得た一般法則は、天井のあらゆる部分ができるかぎり最大の問題まで均一に光で満たされていて粗面の見掛け上のまだら模様を最小限に抑えなければならないということである。

準ランベルト照明には、まだら模様の低減という利点に加えて、光學検査システムで導電線の底面を見る能力を改善できるという利点がある。

第 2 図を参照して、ここでは、導電線の縁 7 が垂直面に対して成る角度で傾斜していて、導電線の幅が頂面よりも底面で大きくなっているということに注目されたい。普通の検査要件は、底のところで隣り合った導電体間のギャップを決定することにある。なぜならば、底のところで最も接近距離が小さくなり、導電体が短絡する可能性が大きいからである。明視野照明は、普通は、7 のような縁を暗く見せ、縁 7 が観察用レンズに明視野

準ランベルト照明器を用いた実験で収集したデータに基いて、第 4 図のヒストグラムは例で取られた対象物（プリント配線板から切り出した小片サンプル）の領域に対する銅領域底の分布と、絶縁 FR4 基板が露出した領域に対する銅の分布状態とを示している。本発明者等は、照明の開口数を変えながら、銅ピークの幅をその平均値の関数として調査した。この関数は第 5 図にプロットしてある。

ここで明らかのように、開口数が実験の限界まで大きくなるにつれてピークは狭くなる。これらのデータは、銅粗面の見掛け上のまだら模様を最小限に抑えるという観点から、可視性のある最高の照明開口数を持ち、開口数が少なくとも 0.7 N.A. を超え、好ましくは 0.8 N.A. を超えることが望ましいことを示している。

また、第 2 図、第 3 図が成る特定の横断面において照明が均一であるように示してある横断面を示しているが、対象物まわりのあらゆる方向で均一性を持つことが望ましいことも了解されたい。

光線を反射しないために基板材料と区別できなくなる。したがって、導電体の表面しか見えないので頂面のところで導電体の幅を測定させるという傾向が明視野照明にはある。プリント配線板上に見える種々の縁輪郭の多くにとって、導電体幅を見えるようにする光線を与え、導電体の幅および間隔を導電体輪郭の底で測定できるようにするという点で準ランベルト照明の使用が役立つことは理解できよう。照明器に対する一般的な要件は、光学的視野における光の強さが TDI センサの長さ（Y 方向）に沿ってほぼ均一であるということにある。しかしながら、X 方向では、すなわち、ステージの移動方向（TDI センサの長さに対して垂直）では均一である必要はない。これはその方向での TDI センサの積分能力による。この積分能力により、センサの視野を横切って積分された全エネルギーが視野の全長にわたって均一であるかぎり、X 方向において光が任意の強度分布を持つことができる。これにより、TDI センサのための照明器は両方の軸線に沿ってほぼ一定の光を

特開平1-250847 (12)

必要とする従来の面光源センサよりも容易に製作することができる。この積分能力はセンサの表面に積って面素を逐々経路粒子に対する許容度を高めることになる。その経路はT D I センサによって簡単に積分、排除される。

o. 合焦点式準ランベルト照明

たいていの拡散型照明の欠点、特に、準ランベルト型照明のたいていの結像実行の顕の欠点は光の無駄が多いという点にある。

高感度光学検査機械の設計では、システム性能は利用される光の量によって制限されることが多い。もし大量の光を無駄にして準ランベルト照明を行なう場合、機械の速度を落して最適な信号対ノイズの比を維持する必要があるかも知れない。

本発明の本質的な特徴は、少なくとも1つの軸線に焦点合せ要素を設置し、非像領域を照明するという光の無駄を最小限に抑えながらセンサによって観察しようとしている限られた領域内で準ランベルト照明を行なうということにある。

また、準ランベルト照明を制限するように照明

制御用スリットを設けることによってノイズを抑えるばかりでなく信号を強めることによって信号・ノイズ比をさらに増強することができることも明らかであろう。これは本発明の第2の利点である。

さらに、後に明らかにするように、ほぼ線形の検出器アレイと共に作動するように設計した本発明の特許の実施例では非常に長い視野にわたって効果的な合焦点高NA照明を達成できる。

本発明の基本は合焦点準ランベルト照明の原理にあるが、本発明の検査システムの有用性を最適化するように設計に組み込むべき付加的な設計原理もある。本発明の光学照明部20の設計では、観察用レンズは0.06のNAを持ち、照明NAは約0.9である。

図知のように、熱力学第2法則に則って、照明光学系は発光源よりも大きい見出しの断面積を得ることはできない。実際には、このことは、成る系で用いられる光源が10平方インチ(64.5平方センチメートル)の断面積を持つとすれ

ば、最も効率的な照明光学系があるとしてそれは発せられた光のすべてを10平方インチの面積に送ることになるが、実際に入手できるたいていの照明器は10平方インチより大きい面積に光を広げてしまうことになる。したがって、成る準ランベルト型照明器の設計で効率を最大にしても、光量は照明しようとしている面積に等しいかあるいはそれよりも小さい手法としなければならないと結論できる。

効率的な準ランベルト型照明器の設計における第2の要件は、少なくとも1つの軸線に焦点合せ手段を設け、光源から自然に発散する光線が照明しようとしている対象物に向って再収束するようにしなければならないということである。

図3の要件は、照明器に設けられたいかなる焦点合せ要素と非焦点合せ要素の組み合わせも対象物上方の天井が1横断面からばかりでなくあらゆる角度からほぼ均一に見えることを確保できるものでなければならないということである。この原理の成る応用例を合焦点準ランベルト型照明器の特

許の白熱ランプについて以下に説明する。

本発明の照明器では、焦点合せ用光学要素は箱門形の円筒であり、これらは1つの平面においてのみ収束を行なう(第6図のミラー901、902、903参照)。平らな端ミラー1102、1103(第7図)がランプ・フィラメント907a、908a、909aに対して直角にかつミラー901、902、903の箱門形円筒の軸線に対して直角に照けてあり、これらの端ミラーは箱門体の多重反射を行ない、ランプは非常に長いランプと均等となり、プリント配線板ターゲットから見たときに箱門形の反射器となる。したがって、端ミラー(1102、1103)と円筒形の焦点合せ用ミラー(901、902、903)の組み合わせは対象物であらゆる方向において均一な天井が見えるという効果を生ずる。

表面検査のための合焦点準ランベルト型照明器の設計において、設計原理は加工片から照明光を発するフィラメントに戻る光線を追跡することに

特開平1-250847 (13)

ある。システム製作公差を考慮して、このような光線がすべてフィラメントの占有する領域に均等に入射し、表面反射によって光線の弱る正帰折角が20%を超えず、好ましくは、10%を超えないようにしなければならない。

本発明の照明器においては予想もしなかったことであるが、ほぼ球形の光線に対して効率の良い光学結合を行なうことによって非常に大きい視野視野にわたって効率の良い合焦点高NA照明を得ることができる。また、本発明の照明器が四軸線においてはほぼ均一な高NA照明を行ない、照明光が影像センサ上に像を形成するのに用いるのと同一レンズを過す必要なしに少なくとも1つの軸線に合焦点することにも予想しなかったことである。これは最適な設計を可能とし、センサ・レンズのコストを低減する。

るものとして示してある。光線605はガラス繊維基板に入射し、基板材料を貫いて無作為に拡散し、被観察領域602内の一点で出射する。ここで、この光線は出射点での基板の見掛け上の明るさに貢献する。光線606は被観察領域602の外側の一点で基板に入射し、被観察領域に拡散してから出射する。したがって、光線606も被観察領域602において基板の見掛け上の明るさに貢献する。

ガラス繊維製基板上の銅製導電体のパターンを照射する通常モードは銅の見掛け上の明るさがガラス繊維基板の見掛け上の明るさを超えるという事実に依存する。今、照明光の開口数を高めることについての、銅/ガラス繊維コントラストに対する影響を考える。NAが低いとき、銅の、ほぼ水平であると思われる成る領域は明るく見えることになる。水平面から傾斜した領域は暗く見えることになる。したがって、銅の反射率のヒストグラムは、第9図の条件1でわかるように、広がったものとなる。

6. 信号対ノイズ比を改善する取り外し自在のスリット

開口数が非常に高い照明を行なってプリント配線板を検査する場合、避くべき現象が生じる。これは高角度照明を用いようとしている場合には克服しなければならない。この現象は第8図、第9図に示してある。

スリット組立607が存在しないものとして第8図を参照すると、合焦点準ランペルト照明システムは多くの角度で光線を与える。照明光は光学センサで観察される領域602に入射し、また、照明器の不完全さのために、領域602の外側の領域にも入射する。光の漏洩を防ぐために余分な照明面はできるだけ小さくしなければならないが、すべての光を領域602内に入射させるのは不可能である。

光線604、605、606はシステム内に存在する多くの光線の例として選んである。光線604は導電体603の一部に入射し、この導電体の形状を形成するように作用する角度で反射す

この同じ低NA照明条件の下で、ガラス繊維基板に入射する光線の大部分は光学系から逃げる角度で出射することになる。これらの光線のうちの無作為なサンプルは、拡散後に、観察され得るような位置および角度で出射することになる。基板内を移動しているときにすべての光線が多重反射するために、光の強さは全体的に無作為となり、基板の全体的な明るさはむしろ均一に見えることになる。拡散光の少なくとも半分が基板の被観察側よりもむしろ背面側に向って無作為に通過するために、そして、若干の光線が基板材料から出射することなく吸収されるために、基板は全体的に銅よりも暗く見える。基板の均質性および暗さは、第8図の条件1では、基板材料に対応するヒストグラム・ピークの狭さおよび小さい平均輝度として現われる。次に照明システムの開口数が大きくなると状況がどう変わるかを考察する。最初から明るかった銅領域は、ほぼ水平な領域に入射した付加的な高角度光線が光学系の外に反射するために、明るさに大きな変化はない。最初から

特開平1-250847 (14)

暗かった銅領域は先に説明したように明るさを高める傾向にある。これの正味の効果は、まだら模様を減らすことであるが、銅領域から見たピーク輝度のレベルを大きく高めることはない。条件2のヒストグラムについての効果は、銅ピークは狭くなるが、輝度軸上で右にさらに移行することはない。

拡散性基板材料への影響は異なる。基板の拡散作用のために、材料に入射した光線は光学系で観察されるような角度でのほぼ一定の出力変化を有する。与えられた照明角度の範囲が広がるにつれて、基板に入射する光の全量が増大し、それに比例して観察される明るさも増大する。この状況は観察領域の外側に基板に入射する、光線608のような光線によって促進される。したがって、これらの光線は導電体の見掛け輝度にはなんら貢献せず、拡散のために基板の見掛け輝度のみを増大させることになる。

照明開口数を大きく高めるという正味の効果は、第9図の条件1に示すように基板ピークが銅

ピークに近くなるというヒストグラムである。換言すれば、基板上の最も高い点は銅上の最も低い点よりも明るく見えるのである。こうなると、コンピュータは銅と基板を明確に区別することはできない。本発明者等は、ヒストグラムにおける銅ピークを狭くしてみたが、かえって別の非常に望ましくない影響を引き出してしまった。

この現象を解決するには、基板上の狭い領域に照明光を制限し、望ましくない影響のみを与える光線608のような光線を排除する手段を加える。第8図に示すスリット型立体607がこのような手段の1つである。0.9NAを用いた成る実験では、1.8mmのスリットを0.8mmのスリットに変えることによって、許容不可の条件2のヒストグラムから第8図の条件3におけるような望ましいヒストグラムへの変化を見た。

c. スペクトル選択フィルタ付きの白色光源

プリント配線板のための光学検査機械を設計するにあたっては、センサで検知される光の色を質

えて特定の検査用途においてコントラストを最適化することができると望ましい。たとえば、エッチングの前に銅上のパターン化したフォトレジストを検査すると望ましいことがときにはある。フォトレジスト・パターンに欠陥が発見されたならば、フォトレジストを剥ぎ取って交換すれば基板を無駄にすることがない。フォトレジストは数種類の色で供給されるので、検査を上手にやるには、検査光波長を選択してフォトレジストと銅のコントラストを最適化する必要がある。

たとえば、第10図はDuppont Rjyotom (TM) 215R (市販の赤色フォトレジスト材) の透過スペクトルを示している。500~575nmの範囲に検査波長を制限することによって、フォトレジストは暗く見え、銅は明るく見えるようにすることができる。この場合、銅の反射率は500nmにおける約63%から575nmにおける約80%まで変化する。

光学検査機械がプリント配線板の検査において最高の適応性を持つためには、次の構成要素が考

えられる。

(a)、種々の材料の検査を最適化するために種々のフィルタの選択を行なえるようにした互換性のある色フィルタ (第8図の915)。

(b)、広いスペクトル範囲、たとえば、500~700nmにわたってかなりのエネルギーを利用できる光源。

(c)、光源の全有効スペクトル帯域にわたって応答性を持つ画像センサ。

(d)、機械が狭い領域のフィルタ (たとえば、TDIセンサ)、物理的な寸法が本発明のフォトセンサで観察される領域の寸法と同じである光源および合焦点光照明器の使用に伴う信号レベルの損失にもかかわらず高速度で運転できるように信号対ノイズ比を改善した補助補強手段。

これらの特徴は互いに協同して500~575nmの放射線のみをセンサに到達させるようにすえ付けたフィルタを用いている場合でも100Mpixels/秒での動作を可能とするに充分に充分なものである。

特開平1-250847 (15)

フィルタ付きの光源を設けることは新規ではない。たとえば、Optrotech Vision 105は互換性のあるフィルタを備えている。しかしながら、これを本発明の機械と比較した場合、Optrotechは高効率ナトリウム・アーク・ランプを用いて十分な光を与え、機械を10 Mpixel/sで作動させ続ける必要がある。このランプは約550 nmより低い波長範囲では実質的な放射線を与えることはない。本発明では、もっと効率が低い、500 nmまでの有用エネルギー量しか与えられないランプ（タングステン・ハロゲン）を用いることができる。これは、本発明では、光の使用効率を高める上記種々の技術を利用しているからである。新気流はフィルタ付きの広領域光源と狭領域照明構成要素とを組合わせて高速度検査のために上記のような光源を使用できるようにしたことにある。64列TDIセンサを用いて通常のセンサの64倍の効率を得ることがタングステン・ハロゲン・ランプ（第6図の907、908、909）の使用を可

能とするのである。

d、多直線形タングステン・フィラメント・ランプでの実施

第6、7、11図は本発明の一実施例を示している。この照明器の光源は3つの線形タングステン式タングステン・ハロゲン・ランプ907、908、909である。各ランプは一本のタングステン（それぞれ、907a、908a、909aで示してあり、管状ガラス管のほぼ中央に設置してある）。各ランプ・タングstenは検査領域912において結像される。タングステン908aは楕円ミラー901によって結像され、タングステン909aは楕円ミラー902によって結像され、タングステン907aは楕円ミラー903とビームスプリッタ904の組合わせで結像される。

ランプ909のタングstenは楕円ミラー902の第1焦点にあり、線形照明領域912は同じ楕円ミラーの第2焦点に位置する。したがって、楕円形の周知の結像特性により、タングsten

909から出てミラー902に入射する光は領域912に照って環状に合焦点する。ミラー901によるタングsten910の結像もミラー902によるタングsten90の結像とまったく同じである。同様に、タングsten907は上方の楕円ミラー903の第1焦点に位置し、領域912はビームスプリッタ904から反射されてミラー903の第2焦点に位置する。

この光学的では任意のほぼ線形の光線を使用できる。その一例として、低電圧アーク・ガス放電ランプがある。

検査領域912はビームスプリッタ904を通してレンズ906で照像される。このレンズの機能はフォトセンサ（図示せず）上にセンサ・レンズ系906を介して領域912の像を形成することにある。効事を最良のものとするためには、センサは後述するようなTDI式のものとなる。上述したように、スリット面立体910が設けられて、鋼とガラス繊維材とのコントラストを改善する。楕円ミラー1102、1103（第7図の

展開図に示す）がランプ・タングstenが無限遠にあるかのように見せるべく設置してある。これらの楕円ミラーのために、楕円ミラーから領域912まで1回以上の反射が行なわれてスキュー光線（第7図に光線1101として示す）が検査領域912に入射する。

楕円ミラー1102、1103が存在することにより、本照明器は第6、11図の横断面のみならず、直角な平面およびあらゆる中間の平面においてもほぼ均一の照明光を送ることができる。これは効率的な良い準ランベルト照明を行ないたい場合に必要である。被照像領域912上に立ち、天井を見ている仮想観察者は表面法線から θ_1 の角度まであらゆる方向においてランプ・タングstenの裏面を見ることがになる。第11図はその平面でミラー901、902の縁によって限界角 θ_1 が定められることを示している。第7図は楕円ミラー1102、1103の下縁1104、1105によって直角平面上に限界角 θ_2 が定められることを示している。

特開平1-250847 (16)

角 θ_1 と θ_2 の関係も重要である。 θ_1 はセンサ・レンズ906が光を集める表面法線からの角度である。この角度は、普通は、約5.74度(0.1NA)までの範囲にあるが、おそらくはそれよりも幾分大きいかも知れない。角 θ_2 は法線からミラー902、901の内縁までの角度であり、 θ_1 よりは大きく、したがって、ミラー内縁が被観察領域912から観察レンズ906まで走行する光線を妨害することはない。表面法線からミラーの外縁までの角度 θ_3 は照明光が天井全体に均一に達近する程度を定める。普通の設計では、この角度は約70°であり、これは0.94の開口数に等しい。

ミラーから被観察領域までの途中でランプ廻りを通過するように反射せられる光線916(第11図)のような照明光線はこのランプ廻りによって幾分せりされることがあり、その強さはガラス/空気境界毎に部分的に反射するために幾分減少することになる。したがって、本発明のこの好ましい実施例の特徴は、ランプ・タングステン

が境界照明角 θ_3 に近い方位角に位置するという点にある。したがって、ガラス廻りの光利用、強度減少作用が境界角度光線に集中する。経験によれば、これらの光線は粗面の見掛けのまだら模様を流らすという点では法線入射に近い状態で対象物に入射する光線に比べて重要度は少ない。

前門ミラーの合焦点作用により、この照明源は合焦点作用を行わない照明源よりかなり効率が良い。不完全なミラーおよびビームスプリッタの反射率によって生じる損失や非効率ランプ・タングステンによる照明の不完全性を考えなければ、仮想観察物の経験する明るさはその上方の天井全体が3100Kを超えることもある色温度の白熱タングステンで満たされている場合と等しい。

3つの単軸合焦点ミラーおよび1つのビームスプリッタをほぼ線形的光源およびこれらの光源を無限遠にあるかのように見せる端ミラーと組合せた配置は革新的であると考えられる。

また、単軸合焦点照明源および線形光源を天井が次のような2つの部分、すなわち、ミラーが完全に反射を行なう外側天井部分と、少なくとも1つの部分通過対象物(たとえば、ビームスプリッタ904)を照明源を通して観察用レンズで観察するのに必要とする内側天井部分とに分割するように配置することも革新的であると考えられる。

図10は照明源の命名法を用いて本発明の照明源をほぼ内側照明コーン内で光線を与える「明視野」部分と、このコーンの外側の光線を与える「暗視野」部分とからなるものとして説明したい状態を感じる。しかしながら、これは第7図でわかるように厳密には正しくない。線状の被観察領域912の長軸に沿った方向においては、上方のランプ・ミラー系は観察コーン917の内側の角度の光線とコーン917外側に離れて位置する光線の両方を与える。したがって、上方照明源907は若干の明視野特性と若干の暗視野特性とを共有する。

成る種の環境で作用である本発明の設計の1つの変更例として、天井を本発明の明視野部分と暗視野部分とに分けてしまう配置がある。これを(第12図)を行なうには、ビームスプリッタ904をレンズ906の上方に置き、このレンズを通して明視野照明を与える。ミラー901、902が中間で角度 θ_1 の開放円形領域918と交差するように設けてあって、レンズ906で照明されないすべての領域で広角暗視野照明を行なう。

ビームスプリッタ904がセンサ・レンズ906の下方にある第8図の光学配置の1つの利点は、レンズからセンサに速光を反射させる機会がまったくないということにある。高速検査装置で非常に高い照明レベルが用いられるために、このような速光の抑制は重要である。

照明源の反射面が波長依存性を持つと望ましい。各タングステン・ランプ・タングステンは主として可視波長および赤外線長の広範囲の放射を発生するが、幾ら選ばれたスペクトル部分、普通

特開平1-250847 (17)

は、500～700nm範囲のスペクトルのみが有用である。他の波長は反射させられて被観察領域912上に合焦点した場合、プリント配線板を加熱するという望ましくない結果を招く。

波長選定の1つの方法は、ミラーをガラスで作リ、ミラー・コーティングを多層絶縁体ミラーとし、当該波長を反射し、他の波長を透過させるように設計することである。ミラー基板を電鍍ニッケルのような不透明な材料で作った場合に對しては別の方法は暗色ミラー・コーティングを用いることである。暗色ミラー・コーティングは選定した波長を反射し、他の波長を基板材料に効率的に入射させて吸収させるように設計した多層コーティングでもある。

いずれにしても、非反射エネルギーが冷却空気流に効率的に運び去られるようにする必要がある(第13図参照)。暗色ミラーの場合、望ましくないエネルギーがミラー基板を加熱するように作用する。基板のすぐ上を流れる空気は熱を吸収し、運び去ることになる。

高さに設置してあって、無駄なエネルギー・ビームがレンズ・ハウジングに入射しないということにある。ビーム920が入射すると、ハウジング内部をはねまわって塵埃に遠光生成物を生じさせることになる。

第6、7、11図に示す照明器設計の重要な特徴は、ビームスプリッタ904が光線に対して比較的小さい角度で傾いているということにある。垂直照明器を構成するもっと普通の方法はビームスプリッタを45°にするということである。本発明の照明器では、レンズ906が比較的高い開口数(NA0.1まで)を持ち、低い光学収差を持つ必要がある。さらに、低収差性能はかなりの焦点深度にわたって±0.002インチのオーダーに維持しなければならない。45°に傾斜した1mm厚のビームスプリッタを用いると、観察用光学系にかなりの収差を与えて完全なレンズでも像深度と焦点深度の必要な組み合わせを達成できなくなることがわかった。

傾斜したガラス板では、傾斜角を減らすにつれ

冷却空気流に伝えなければならない無駄なエネルギー量を最小限に抑えるために、ランプの管状図いに絶縁コーティングを設け、所望の可視波長を透過させ、望ましくない長い波長の放射線の少なくとも一部をタングステンに反射させるように設計すると望ましい。このようなランプは、たとえば、登録商標「Wattlimiser」の下にGeneral Electricから市販されている。

ランプ図いを囲んで補助チューブを設け、この補助チューブに赤外線反射コーティングを設けるのも望ましい。この方法では、低コスト被覆無しランプを使用できるという利点がある。比較的高価なランプ・コーティングが補助チューブにあるために周期的な交換が必要となる。

ビームスプリッタ904が部分的に透過性となっているため、無駄なエネルギーのビームはビームスプリッタを透過する。第6図の光線920はこのビームの最上方光線である。設計上の重要な特徴は、センサ・レンズ908が充分な

て収差は小さくなる。したがって、他の設計条件と矛盾しないがぎりできるだけ角度を小さくするとよいことがわかった。これは約20°の傾斜の選定に通じる。

たとえばガラス板がまったく傾斜していない場合でも、成る程度の球面収差は残るが、これはレンズ906を適切に設計することによって補正できるので重要な問題ではない。ガラス板を傾斜させることから生じる非点収差はレンズの設計では容易に補正できない(傾斜したレンズ要素による部分的な補正は可能であるかも知れないが、高価となる)。したがって、このような傾斜は最小限に抑えなければならない。

後にさらに説明するように、照明器を通して冷却空気を流し、ランプの発生した熱を運び去り、観察光路におけるシュリーレン現象を抑えることは望ましいことである。窓905は空気流を閉じこめ、レンズ906で検査領域912を観察させながらビームスプリッタ904に増倍が侵入するのを防ぐのに役立つ。

特開平1-250847 (18)

スリット組立体910の重要な特徴は、それが取り外し自在であり、照明器のハウジングと熱関係に被検査面上方で一体空気軸受上に浮いているということである。大きな反りがある多層板のような或る種のプリント配線板の検査に際して、被検査面は配線板を光学検査ヘッドの下で操作しているときに光学焦点深度よりも長い距離にわたって上下に動かすことができる。検査機構は光学ヘッドを上下に動かして配線板の動きに追従させるように設計した焦点合せ機構を包含している。

第15a図および第15b図は本発明のスリット組立体910を一体空気軸受と共に示している。スリット922はスリット組立体の全長にわたって延びており、スリット組立体WO照明器20の下にすえ付けたとき、ランプ907~910のタングステンに対して平行な光学視野とほぼ同じ長さとなる。スリット組立体910はスリット922に対して平行に空気流路924も構成しており、この空気流路は60psi(4.2kg/cm²)空気供給額(図示せず)に接続

していてスリット組立体に正圧の空気流を供給する。スリット組立体910の底面を覆って延びかつ空気流路924の1つに接続して遠近間隔の空気出口オリフィス925がある。したがって、空気出口オリフィス926の寸法、間隔、数および空気流路924に供給される空気圧力に応じて、スリット組立体910は被検査面911の上方に接近して浮かぶことになる。空気圧力を一定に戻ったならば、被検査面911とスリット組立体910の間隔はほぼ一定に留まる。

第13図および第14図は照明器20から熱およびシュリーレン現象を除くための適当な空気流冷却システム22を示している。典型的な照明器20は3キロワットのオーダーの熱を発生させることができ、この場合、排出空気の望ましくない温度上昇をなくすべく熱を除去するのに約300立方フィート/分(8.4m³/分)の空気流を必要とする。空気流冷却システム22はブロワ1301、空気フィルタ1302、入口空気ダクト1303、1407、1408のような流れ方

向付け用バツフルおよび排気ダクト1304を包含する。

羽根1407、1408は光路を通して空気を下方に導くように作用する。これらの羽根は対象物から観察用レンズ908までの最外方光線のすぐ外側にそれに平行に位置している。ここで、羽根が格円形スラ-901、902のやや下に突出していることに注目されたい。照明された線上にいる観察者は、羽根1407、1408の平面が視野の中央で出現する視線に沿って故障するので、これらの羽根の端しか見えないことになる。このことは羽根の存在によって暗くなる天井の部分を見小限にする。これらの羽根によって導かれた空気流は光路から熱い乱流の空気を払拭して観察用光学系の経路に沿った熱勾配を最小にし、したがって、シュリーレン現象を抑えるように作用する。(シュリーレン現象というのは、光が通る空気の屈折率の熱による変動による光線の屈折のことである。)

冷却システムの設計上の1つの特徴は、空気流

路が充分に気密性を保たれて機械内部に暖かい空気がほとんど放出されないということにある。暖気は機械の外に導かれ、観察光学系の性能に影響を与えない。

冷却システムの設計上の別の要件はランプ筒いを通り流してはならないということである。タングステン・ハロゲン・ランプの寿命を長くするためには、タングステンが全力作動温度にあるときにランプの温度を約250℃より低くしてはいけないということは知られている。もし燈がこのレベルより低い温度になったならば、ランプ壁からタングステンに戻るようにつ着タングステンを移動させる化学サイクルの抑制が生じる。その結果、ランプ壁が黒くなり、タングステンが燃え尽きることになる。

特開平1-250847 (19)

第13図、第14図に示すダクト・パターンはシュリーレン現象抑制要件に合わせながらこのランプ温度要件に合わせて経験で開発したものである。

ランプ温度要件を満たす別の配置としては、ランプ囲いを補助ガラスチューブ、たとえば、上述した赤外線反射用補助チューブで取り囲むことがある。このチューブの存在で、ランプ囲いを直接の空気流の衝突から保護し、したがって、ランプ囲いの温度を下げることなく空気流速度をかなり高くすることができる。

照明図20を効果的に使用するのに必要なシステム設計特徴は3つのランプの各々によって生じる光の強さのバランスを取る装置にある。粗面上のまだら模様を最適に抑制するには、被観察領域上方の天井のすべての部分をほぼ均一な明るさにしなければならない。これを達成する1つの方法は、被観察領域に均一な拡散ランプを置き、一度に1つずつランプを点灯させ、ランプの振幅を調整してそれぞれの場合に見えるピーク輝度が所

定値に達するようにすることがある。

o. 非干渉性蛍光照明器

これは本発明の第2実施例である。

上記の説明の中心は白熱点光源ランペルト照明を用いて光学的に検査しようとしている粗面材料上の表面まだら模様を抑制することにある。この目的を達成する別の方法としては、短波長放射線、たとえば、400～500nmの範囲にある放射線でプリント配線板を照明し、短波長放射線で励起された蛍光体から生じたより長い波長の放射線を観察するということがある。

多くのタイプのプリント配線板基板材料は成る程度まで蛍光を発するが、導電性金属導電体面はそんなことはない。そうした場合、導電体が暗く見え、基板材料が明るく見える高コントラスト像を得ることができる。導電体が暗いため、その表面のまだら模様は見えない。或る場合には、基板に蛍光染料を加えることによって基板の蛍光発生効率をかなり増大させ、信号対ノイズ比を改善するのが実証的である。

この原理を利用する光学検査装置は公知である。Lincoln Laser Corporation が励起放射線をヘリウム・カドミウム・レーザーからの定波443nmビームによって与えられる蛍光ベースのプリント配線板検査機械を販売している。この機械はFrank H. Blitchington & David B. Baugh に1985年12月5日に発行された米国特許第4,556,903号に記載されている。

レーザーを使用して蛍光体を励起することには、励起手段として非干渉性照明を使用できる場合には克服できるよういくつかの欠点がある。非干渉性照明の利点は次の通りである。

(a)、非干渉性光源は、特に選られた光のワットあたりのコストを基準に比較した場合、レーザー光源よりも安価である。

(b)、非干渉性照明および固体検出器アレイに基く検査システムはレーザー・スキャナで普通に使用されている回転多面ミラーのような可動部品とすべての光源との組み合わせが不正確であるためにレーザー・スキャナよりも位置精度を高くする

ようにより経済的に作ることができる。

(c)、非干渉性照明器ではレーザー照明器よりも波長適応性を得るのが容易である。これは、種々の材料が種々の励起波長に適切に応答することができるため望ましい。

特開平1-250847 (20)

非干渉性プリント記録板検査に非干渉性照明を応用するときの困難さは、高速検査に利用できる光が少なすぎるように思えるということであった。レーザーベースのシステムはレーザーの比較的弱い光出力（約10 mW）のすべてを1つの非常に小さいスポット（直径1ミルの数分の1ほどの小ささ）に集中させることができ、このスポットから発する蛍光の大部分を大開口検出器光学系に収束させることができるという利点を持つ。高圧放電アーク・ランプ（管品に入射可能な最大強度の非干渉性光源）からの光は、原則として、アークの表面積よりも小さい面積に集中することができず（実際、実用システムではアーク面よりもかなり大きな面積のところに光を集中させることができるだけである）、また、蛍光を集める結像レンズの開口は蛍光放射線の1%またはそれ以下をセンサ・アレイに送れるほど十分に小さくしなければならないのが普通である。

本出願人等は、非干渉性蛍光システムの潜在的な利点が1グループの効率強化装置のうちの1つ

またそれ以上の装置と非干渉性蛍光源を組み合わせることによって実現できることを見出したのである。

このような装置の第1のものは時間遅延積分センサ（TDIセンサ）であり、これを自動光学検査に応用した例を以下に説明する。TDIセンサの利点を考える方法の1つは、想像可能な画素の幅の多数倍（少なくとも64倍分の画素幅）の面積から効率的に光を集めることを認めることである。したがって、蛍光体励起面からの光のすべてを1つの画素の幅の64倍の面積に集中させることができるならば、たとえその光のすべてが普通の線形アレイ・センサのための1つの画素幅に集中したとしても結果は最良である。これは小さい面積に非干渉性光を合焦点させる困難を克服するに充分である。

別の効率強化手段としては、上述したような集中照明システムがある。

第16a図、第16b図は本発明による蛍光照明装置の第1実施例を示している。この実施例は

環線形の観察領域について使用するようにになっている集中照明システムを包含し、また、これはTDIセンサを包含している。第16a図は中間横断面であり、第16b図は照明部の斜視図である。

領域1501は非検査対象物上で照明されることになっている。TDIセンサを用いている場合、この領域は2000画素のオーダーの長さ（約64画素分の幅）とを有し、ここでは、1つの画素は所望の解像度に応じて0.001インチ（0.03ミリメートル）以下となる。短波長光は光ファイバー束1502、1503によって照明器に送られる。これらの光ファイバー束の出射端は第16a図で見て狭く（たとえば、高さが約0.005インチ=0.127mm）、第16a図の断面に対して直角の方向において観察線1501と同じ幅となっている。ミラー1504は環形円筒形の断面であり、その焦点は線1501のところで光ファイバー束1503の出射端のところにある。ミラー

1504は円形円筒形の断面に近くてもよい。同様に、ミラー1505は光ファイバー束1502の出射端と線1501に焦点を持つ環形円筒形の断面となっており、このミラーも環形円筒形に近い円形円筒形の断面であってもよい。

レンズ1506は観察用レンズであり、これはセンサ（図示せず）上に線1501の蛍光像を合焦点する。このセンサは普通の固体結晶ダイオード・アレイ式センサであってもよいし、TDIセンサであってもよい。

フィルタ1512はレンズ1506に直接基板から散乱し得る光線1511からの短波長光を阻止するが、基板の蛍光材からの生じた可視光は通すフィルタである。第16b図に示すように、光ファイバー束1502、1503はその全長にわたって再整形されており、その入射端1509、1510はほぼ円形となっている。これは短波長光源から集めた光（たとえば、高圧水銀アークからの365nm放射線）で効率よくファイバーの入射端を照明するのに便利である。

特開平1-250847 (21)

円形の光スポットを生じさせるに効率的な照明器を構成することについての詳細は周知のことであるから、システムのこの部分は詳しくは図示しておらず、ブロック1511としてのみ示している。

このシステムの設計では、光ファイバー束1502、1503の出射端を出た光のかかりの部分が発出器上に結像されることになっている領域に送られることが重要である。この目的を達成しようとする場合、第1の要件は、ミラー1504、1505の円型面は光ファイバー束を出た光線の発散角に良く整合し、束を出た光線のほとんどすべてがこれらのミラーによって捕えられ、線1501に向かって収束するようにすることである。光ファイバー束を出た光線の発散角が入射光線の収束角にほぼ等しくなるので、この要件は光面1511の光学的設計をミラー1504、1505の角度範囲に正しく合わせるのに通っている。

第15a図および第15b図の発光照明器の設

1505の角度範囲についての要件を意味することになる。これらの円面が十分に長ければ、光ファイバー束1502、1503の出射高さについて関係があっても、光面1511で送り出される光のほとんどすべてが領域1501に送られ得る。

通常は、各光ファイバー束1502、1503の端から出射する光はほぼ円形に発散するのが本質である。もし束が被照明線の長さとはほぼ同じ幅に作ってあるならば（照明の効率と均一性にとって望ましい）、領域1501の端付近のファイバーはミラー1504、1505によって合焦点される光線を領域1501を越えた領域に送る方向にかかりの出力部分を放射することになる。この理由のために、本発明者等は、端ミラー1507、1508をこれらの光線を領域1501に向かって再方向付けるように設けた。光学設計の当業者には明らかなように、端ミラー1507、1508の効果は束1502、1503から発するほとんどすべての放射線を捕

計における第2要件は、被照明線1501の幅が発出器で観察される領域よりかなり大きいということである。順次、これは、光ファイバー束1502、1503の出射端の高さを領域1501の幅よりかなり小さくすることを必要とする。さらに、これは光ファイバー束の出射端1509、1510の直径に制限があることを意味する。

ここで、効率良く設計した光面は被照明領域の面積と収束照明ビームの開口数の二乗の積である。成る種の特徴を持つことは周知である。ファイバー・アーク・ランプ照明器からの光をすべて捉めようとする場合、設計者は小さいNAで大きなファイバー束を照明するも、大きなNAで小さなファイバー束を照明するも自由であるが、面積とNAの同力を勝手に選ぶことはできない。領域1501の幅が被照明領域の仕様を決めるので、ファイバー束に入射する光のNAは決まっている。光はファイバー束を出たときと同じ角度で発散することになるので、これがミラー円面1504、

1505を必要とする領域1501に向けることになる。

本発明の発光照明器の第2実施例が第17図に概略的に示してある。この実施例はほぼ線形の領域1601の効率的な照明を行なうようになっている。これは、主として、円筒形レンズ1604をミラー1504、1505の代りに用いたという点で第15図のシステムと異なる。光は束1502、1503のそれと同様に図示した横断面の平面で強いが、被照明領域1601の長さにはほぼ等しい直角方向において成る線となっている出射形状を有する単一のファイバー束1602によって短波長光源（図示せず）からシステムに送られる。

ビームスプリッタ1612は二色性であり、すなわち、蛍光体を励起するのに用いられる短波長でほぼ100%反射率となり、観察しようとしている蛍光のより長い波長ではほぼ100%の透過性となるように設計してある。 レンズ1606は成るセンサ（図示しないが、T D I セ

特開平1-250847 (22)

ンサでもよい)上に銀焼1601の像を形成する。

望ましい整合を得るための要件はミラー1504、1505の寸法に影響すると同じ方法でレンズ1604の寸法に影響する。

第16a図および第16b図におけると同じ廻山のために端ミラー(図示せず)が第17図のシステムに設けてある。

f. 組合わせ照明器

第8図に示す照明器は紫外光モードあるいは可視モードのいずれでも作動するように改造することができる。これは第17b図に示すように行なわれる。この照明器のすべての構成要素の位置および作用は第8図に示す可視光照明器にほとんど同じである。違っているのは次の点だけである。

すなわち、空冷式白熱ランプ908、909が水冷式水銀電管アーク・ランプ1601、1602に取り替えられており、また、取り外し自在のフィルタ913、914が加えられている。さらに、ビームスプリッタ904も取り外し自在となっている。

フィルタ913、914はランプ1601、1602から可視光を遮るように挿入してあり、短波長光(500nm未満)のみを基板に入射させるようになっている。この照明器が紫外光モードで作動しているとき、ランプ907はオフとなっており、フィルタ913、914、915は所定位置にある。

フィルタ915は可視光フィルタであり、紫外光は通すが、フィルタ913、914を通過してきた短波長光は遮る。

この照明器が紫外光モードで可視光モードで作動しているときには、フィルタ913、914は除かれるかあるいは可視光フィルタと交換され、ビームスプリッタ904が挿入され、ランプ907はオンとされる。

この照明器によれば、単一の基板を可視モード、紫外光モードで順次に検査できる。それ故、このシステムでは、各モードで別個の組の欠陥を見付けだすことができる。各組の欠陥は成る割合の「偽」欠陥(システムでは假察されるが、現実には存在しない欠陥)を含んでいる。

たとえば、可視モードでは、「偽」欠陥は銅内の深いすり傷や銅上の暗色酸化物パッチから生じる可能性があり、これらの欠陥は共に成る線における断層個所と考えることができる。同様に、紫外光モードでは、成る線を横切って位置する1つの層が紫外光を吸収し、縦線が断層個所として示すのか

む知れない。

可視、紫外光同時検査プロセスの性質が非常に異なっているために、各検査で生じた「偽」欠陥はほとんど異なることのない組にある。したがって、これら2種類の検査の結果が両方の検査で同時に発見されないかぎり欠陥として認めないという論理的な短点として、「偽」欠陥のより大きな部分が除かれ、実際の欠陥をほぼすべて残すことになる。

g. 暗色酸化物

第8図に示す照明器は明るい銅線の検査により適したものである。しかしながら、銅を酸化層、青銅は暗色または茶色の層で覆われているプリント配線板に高いコントラストの像を生じさせることはできない。

この場合、銅はほとんど反射を行わず、酸化層が中絶している偶発的に明るいスポットを除いて暗く見える。実際に、高倍率(代表的には、FR-4)は酸化物で覆われた銅よりは明るく見える。

特開平1-250847 (23)

この変形例では、基板を酸化物よりも明るく見せるというこの傾向はFR-4基板が線よりも明るく見える高コントラスト像を生じさせるのに利用される。再び第9図を参照して、高NA照明をスリットを通して用いて非常に明るいFR-4を得ることができることがわかる。高NA照明の追加は酸化物を多少とも明るくすることはなく、高コントラスト像が生じ、FR-4は黒色酸化物よりも明るい。銅上の偶発的な明るい点（酸化物不在）からのスペクトル反射を避けるために、上方ランプ907はオフとされ、ビームスプリッタ904は引き出される。ビームスプリッタの除去は残りの2つのランプからの光の集光効率に2の因数を加えることになる。したがって、銅上の酸化物を検査するのに用いられる照明器構成は、スリット910およびビームスプリッタ904が取り除かれていることを除いて第6図に示すものと同じである。

h. 光学系全体

第18図において、検査しようとしている装置

面の上方に一体の空気軸受上に浮上し、垂直方向へのみ移動する。

スリット910と光学要素取付板806の間にLVDTセンサが設置しており、これらの構成要素の相対位置を検知するようになっている。LVDTからの信号は光学要素取付板806を動かして光学要素の合焦点を行なわせる合焦点サーボで用いられる。

照明器20もスリットおよび光学要素取付板を取り付けてあ同じ固定面に取り付けてある。この取り付けはヒンジ支持体810で行なわれる。照明器は垂直方向に移動して様々な配線板の厚さに合わせて調節できる。しかしながら、その焦点深度は所与のパッチ数のプリント配線板を検査する間照明器を固定状態に留めるに充分なものである。

第18図の底から始まって、ここには上方板に2つの観察窓905を有する二重径の照明器20が示してある。観察窓905の上方にそれと整合してセンサ・レンズ906、906'がある。

上の2つの平行な経路を検査する構成と共に、光学系の主要要素間の空間関係が示してある。検査者には明らかなように、この構成は所望に応じて一度に多くの平行な経路を検査するように拡張することができる。照明器20についての残りの説明を通じて、簡略化のために検査しようとしている表面上の検査経路はただ1つとして説明する。

第18図において、ここには、光学要素取付板806が示してあり、これにはこの図に示すすべての構成要素が装着してあるが、ただし、スリット組立体910と照明器20は除く。光学要素取付板806は、順次、平行四辺形鏡み支持体807、808によって固定した比較的振動のない面（図示せず）に取り付けてある。これは光学要素を合焦点のために垂直（z）方向にしか動けないように拘束する。同様に、スリット組立体910は照明器20の下方で可撓性支持体810によって同じ固定した比較的振動のない面（図示せず）に取り付けてある。このスリット組立体は面から独立して取り付けられて、被検査

る。各レンズ906、906'からの結像光路はそれぞれミラー802、803まで上方に延びており、ここで、結像光路は45°に曲って光学要素取付板806に対して平行に留まる。結像光路の各々はそれぞれミラー804、805につながる。上方の光路はさらに45°曲って構成要素取付板806に対して直角になり、また、そこから外方に延びる。下方の光路は下方に曲り、光学要素取付板に対して直角に外方に延びる。各結像光路は次いでそれぞれの映像センサ800、801に到達する。各センサ800、801によって、映像は電気信号に変換され、これらの信号は映像処理器25によって処理される。

特開平1-250847 (24)

T D I センサ

時間遅延積分型 (T D I) センサは移動している像を電荷結合デバイス (C C D) 型感光アレイに合焦点することを意図している。この C C D は二次元の感光領域アレイ、すなわち、フォトレジスト・アレイからなる。光子がフォトレジストに入射すると、電子が解放される。これらの電子はアレイの面に設置したクロック線によって生じる潜在エネルギー・ウェルに移行する。ひとたび電荷がフォトレジスト内に蓄積されると、クロック線に電圧を充電することによって電荷が隣接のフォトレジストに移動することができる。クロック線のこのサイクルが繰り返されて、所与のフォトレジストの電荷が電圧変換部に移動して、そこで、電荷が電圧としてセンサから読み出される。

T D I は、上述したようにクロック電圧を同期させることによってフォトレジスト間で電荷バケットを伝達するとき、フォトレジストがなお感度を保ち、新しいフォトレジストに入った光子が電子を生じさせ、これらの電子がその時にフォト

レジストに位置していた電荷バケットに加わる。T D I において、電荷バケットは画像がアレイを横切って移動する速度と同じ速度でアレイを横切って動かされ、その結果、或る特定の画像がアレイを横切って移動するにつれて、その画像で生じた電荷が同じ電荷バケットに加わる。実際、アレイは T D I ディメンションにおける画素の数に等しい画素分だけ大きい露出時間を持つライン・センサと同様に作用する。

検査に T D I を応用することは検査プロセスが光の制限を受ける傾向があるので魅力的である。ライン・センサの検査速度は必要な信号対ノイズ比と利用できる光量によって決まる。信号は光のパワーと時間の積に比例するので、光のパワーが限られる場合には、必要な信号対ノイズ比を得る唯一の方法は積分時間を延ばし、検査速度を低下させることである。そのバイブライン構造により、T D I は検査速度を落とすことなく積分時間を延ばすことができる。また、普通は光制限を受ける暗視野照明、順向照明で検査を行なえる。

センサの出力速度を高い集光率に耐える状態に保つべく、多段出力タップを用いている。これは各タップ毎に出力データ率が高くなるのを防ぐ。用途に合わせて出射人等が選んだ或る特定の T D I センサは第 19 図に示すように 16 個のセグメントからなる。一層詳しく言えば、選定した T D I センサは T D I ディメンションに 64 列、第 20 図に示すように時間遅延積分 (T D I) モードで運転する M U X ディメンションに 2048 行の 64 × 2048 C C D 露光センサである。

作動にあたって、行はアレイの頂、底で引く続くシフト・レジスタに対して上下にシフトする。ここで、「上」、「下」なる意味は T D I ディメンションにおける 1 つの列の平行シフトを言っている。連続したシフト・レジスタは 128 個の素子毎に 1 つずつ 16 のタップを有する。各タップは 8 M H z 出力データ率を有する。第 19 図のチップ構成を見て、頂部のシフト・レジスタは左にシフトし、底部のシフト・レジスタは右にシフ

トする。このようなセンサは 4 位相駆動チャンネル型画素照明構造を使用する。本出願人等の選んだセンサの仕様は、上述したように、27 × 27 マイクロメートルの画素サイズ、1 μv/o の出力感度、60 K ライン/秒のライン速度で 0.8995 より大きい C T E、500 K 級の電子の光レベルで 8 M 画素/秒のデータ速度を持ったものであり、出力部でのダイナミック・レンジは 15 n a の最小サンプル・ウィンドウを用いて 8 M H z クロックで観測したときに 1250 : 1 (飽和信号対単一画素 R M S ノイズ) であり、8 M H z 画素率において 25℃ で時電圧が飽和状態の 1% 未満であり、行応答不均一性が各タップで 10%、タップ対タップで 5% であった。

説明を続ける前に、いくつかの定義が必要である。「暗」ライン、「明」ラインというのは 2 つの照射レベル、すなわち、「明」レベルと「暗」レベル D の見地から電荷したものである。大きな面積をレベル D で均一に照射したとき、各

特開平1-250847 (25)

両者の応答性はRLである。大きな面積をレベルDで均一に照射したときは、各画素の応答性はRDである。8つのケースの各々について、一本のラインをレベルL、Dの空間パターンとして変換し、画素の応答性をRL、RDによって特定する。第21a～21j図は選定したTDIセンサの変調仕様をグラフで示している。これら各図において、種々の入力照明パターンに対するTDIセンサの応答性が示してある。変調仕様を契約するために、単一の画素幅ラインを中央の列または行に結像したとき、先に定義したように(第21c図の式)の変調は60%より大きくなければならない。列間または行間の境界に結像したときには、変調は40%より大きくなければならない。同様に、第22図は選定TDIセンサの最適効率QE(量子効率)を示すグラフである。

第23図は第1図のセンサ・ブロック24に相あする、TDIセンサ206を含む撮像電子機器のブロック図である。撮像電子機器には、二次処理部200が含まれている。これは、特に、後述

するようにTDIセンサのセグメント毎にグローバル・ゲインおよびオフセットとダイナミック・ゲインおよびオフセット・ステージに入力信号を与える4つのデータ・ワード(D_{data}, D_{data}, D_{data}, D_{data})を発生するものである。また、他計数止ループ202、タイミング発生部204、TDIセンサ206が含まれている。TDIセンサ206の各セグメント毎に、個別の同様の出力回路が設けてあり、その16個のうちの1つだけがこの図に示してある。撮像電子機器のこれら各部分は2図数乗算器208と、サンプリング・スイッチ210、212と、コンデンサ248、248と、バッファ214、216、220、242と、加算器218、222、228と、乗算器224、226と、DAC230～236と、RAM238、240と、フラッシュA/D変換器244とを含む。

センサ206は上述したように16個のセグメントを有し、これらのセグメントの各々から異なった出力信号が発生する。この図では、これら

の出力信号のうちの1つだけを処理するための回路が示してある。センサ出力信号処理回路が同じだからである。センサ出力信号はまず2倍乗算器208に送られて増幅され、増幅された信号は2つのサンプル・ホールド回路に送られる。上方のサンプル・ホールド経路(要素210、214、248)は順次毎に信号をサンプリングし、画素間で生じるクロック、リセットノイズを除く。下方のサンプル・ホールド経路(要素212、216、248)はセンサ・タップから出力した各グループの128個の画素間のライン移行時間中に生じる暗基レベルをサンプリングする。これら2つの信号の差が次に作動増幅器(要素218、220)によって生じ、センサの暗出力レベルにおける熱変化あるいは他の変化によるオフセット・エラーがほとんどないビデオ信号となる。この差信号は次にバッファ220によって緩衝され、加算器222、228のカスケードに送られる。これら加算器間には乗算器224、226も接続してある。これらの要素

は、DAC230～236およびRAM238、240と一緒に、校正回路を構成する。この回路部分の機能は不均一な照明またはセンサの不均一な感度による画素内の異常を除き除することにより、加算器228の出力部に正常化した信号を与えることにある。正常化信号内の変動は検査装置によって検出しようとしている対象物の変動のみでなければならない。

校正回路は存在する可能性のあるグローバル・ゲイン、ダイナミック・ゲイン、オフセットを補正する。グローバル・ゲイン、オフセット信号はdc信号であり、これらの信号は増幅器に非常に大きな変化を与えて検査装置が検査しようとしている広範囲にわたる対象物に順応する。たとえば、種々タイプのプリント配線板は銅と基板の間またはフォトレジストと基板の間に非常に異なるコントラストを有する。したがって、広範囲にわたって増幅器のゲインを変えて適応する可能性のあるいかなる対象物も検査できるようにする必要がある。DAC230、232への入力信号は、

特開平1-250847 (26)

ホストCPU 26 (第1図)が被検査対象物を監視しているときにそこから来る信号に反応して発生して検査を遂行するに充分なコントラストを得る。グローバル校正回路は16チャンネルすべてのゲインとオフセットに同時に大きな変化を与える。これにより、ホストCPUが校正回路をプログラムして背景の輝度およびコントラストとが広範囲にわたって変化する可能性のある種々の対象物に順応することができる。検査の開始に先立って経験的に適当なグローバル・ゲインおよびオフセットの校正値が決められ、検査プロセスでは一定に留まる。

ダイナミック・ゲイン・オフセット回路は両極性の補正を行なう。この回路の構成はグローバル補正ブロックに比べてかなり簡略化されている。この回路はゲインあるいはオフセットで±20%変化まで補正できるが、すべての両極性を変えなければならないので非常に高速で動作する。これは照明の不均一性またはセンサ206の応答性を補正する回路である。校正方法はXYステージ12上

に位置する。「黒」基準面および「白」基準面の影像について行なわれる。理想的には、基準影像は完全に均一になっていなければならないが、不均一性のためにそうはならない。ホスト・コンピュータはこれらの応答性があるものを監視しており、先に述べた「D」信号が発生し、RAM 238、240に送られた場合には適切な補正係数を処理器200にダウンロードし、各画素をそれらが持つべきである公称値に補正する。パッファ220からの信号はそこからグローバル・オフセットを引き、グローバル・ゲイン補正値で割り、ダイナミック・ゲイン補正値を掛けることによって補正され、さらにそれにダイナミック・オフセットが加算される。加算器228からの補正済みの信号は次にパッファ242に送られ、次いでフラッシュA/D変換器244に送られる。本願で利用している校正回路の変換機能は次の通りである。

$$G.L. = 44.74 + 0.1000 D_{\text{avg}} + (19.20 \times 10^{-6} (401.7 \times 10^{-6} + 1.578 \times 10^{-6} D_{\text{avg}})) (V_{\text{ref}} - 2.552 \times 10^{-6} D_{\text{avg}}) / D_{\text{avg}} \quad (1)$$

ここで、

G.L. = A/D変換器からのグレイレベル (小数) 0-255

D_{avg} = ダイナミック・オフセット補正値 (小数) 0-225

D_{gain} = ダイナミック・ゲイン補正値 (小数) 0-225

D_{offset} = グローバル・オフセット補正値 (小数) 0-225

D_{cgain} = グローバル・ゲイン補正値 (小数) 100-1023

V_{ref} = サンプル・ホールド回路のアナログ出力 (ボルト)

TDIセンサ206の各セグメントはタイミング発生器204を経て位相設定ループ回路202によって制御される。TDIセンサの必要

とする出力信号は第24図のタイミング図に示してある。広域的には、3種類のクロック信号がある。TDI方向に電荷をシフトするのは位相「C」クロックであり、結像後にアレイから信号をシフトする出力シフト・レジスタを駆動するのが位相「A」、「B」クロックである。位相「A」、「B」クロックのうちの一方のみが任意両方の時間に活動している。位相「C」クロックは第24図に示すように互いに関連する自由動作クロックである。電荷がアレイのTDI方向(アレイの感光部分)へシフトされると、それは2つのシフト・レジスタ、「A」または「B」のレジスタのうちの一方へ伝えられ、そこから本発明の設計である16個のタップの各々に伝えられる。位相「A」、「B」クロックは出力電荷を電圧変換器に送るクロックである。位相「A」クロックまたは位相「B」クロックは4位相クロックであり、各信号は先行クロックから順次90°位相ずれており、したがって、TDIセンサは4位相装置と考える。

特開平1-250847 (27)

アレイから電荷をシフトする位相「A」または「B」クロックに加えて、リセット・ゲート・クロックも設けてあり、これはそれぞれ「A」、「B」レジスタのための位相「RGA」または「RGB」信号として示される。これらのクロックは読取間のセンサ・チップ上の出力増幅器を既知レベルにリセットする本質的に自由に作動するクロックである。位相禁止ループ・ブロック202におけるエンコーダ信号を監視することによって、XYステージ12がX方向へ移動する方向が決定され、したがって、センサ206内の「A」、「B」レジスタのうちの適切なものを選ぶことになる。「A」、「B」レジスタはアレイの長軸の両側に配置してある。画像は信号電荷が横切って移動しつつある方向と同側してアレイを横切って移動する。同走査方向に順応するためには、両方向において電荷をシフトする必要があり、したがって、出力レジスタはアレイの両側にあり、そのうちの一方のみが任意の時刻に活動している必要がある。こうして、電荷が走査されつ

つある方向は位相禁止ループ202で復号されつつあるものと一致しなければならない。

本願で使用しているセンサ206は2048画素分の長さであり、アレイ上に16個のタップがあるので、これらのタップは各128個の画素に置かれる。位相「A」、「B」クロックが活動していないときには、信号電荷はアレイのTDIセクションから内方へシフトされる。次いで、位相「A」、「B」クロックが、必要に応じて、始動され、タップあたり128個の画素を外方へそのタップの出力増幅器へシフトする。次いで、クロックは再び停止させられ、アレイのTDIセクションからの画素の次の補正値が内方へシフトされ、このパターンが繰り返される。「A」、「B」位相クロックが活動していない時期は低速時間として定義される。TDIセンサは連続的にデータを積み、これらのデータをバーストの低速時間の間に外方へシフトする。

第24図のタイミング図の頂部を横切って2種類の一連の数字がある。一方の組には括弧がな

く、他方の組には括弧がある。本発明の意図したタイミング発生器204はカウンタからの出力信号を復号し、第24図に示すタイミング信号を発生するPROMを駆動する二進カウンタによって構成されている。括弧内の数字はタイミング図における各時間増分に対応するカウンタ出力である。括弧のない数字はそのサイクルにおける各タイミング状態に対する念意的な状態番号である。

φ₀₀、φ₁₀信号はサンプル・ホールド回路を駆動し、Y₀₀は入力バッファに行って結像コンピュータの外から入ってくるデータと同期させる。

位相禁止ループ202への入力信号は第23図に示してある。これらの信号はXYステージ12の速度の関数である双位相変換エンコーダ信号と矩形エンコーダ38（第1図）からの出力信号である。位相禁止ループ202は種々のステージ速度および画素サイズに対してプログラムすることができ、表1は本発明人が用いている各画素サイズと走査（ステージ）速度の組合わせに対

する出力クロック（4×clk）の周波数を示している。双位相変換エンコーダ信号は2つの方脈波または正位波信号からなり、その一方は他方から90°の位相だけ遅れている。走査方向が変わると、先の走査方向に遅れている信号は第2走査方向になる。

画像処理部

第25図は第1図の画像処理部25のブロック図である。第23図の撮像電子機器の16のセクションの各々のA/D変換器244の各々からの出力信号は入力バッファ310に並列に送られ、ここで複合像信号が生じる。この複合像信号は次に特徴抽出パイプライン312に送られ、このパイプラインは画像処理系コントローラ314の制御の下にこの信号から特徴を抽出し、それを基準データベース（第1図のRAM32の一部）に記憶されている「黄金版」から特徴情報と同じフォーマットにする。データベース316からの特徴が欠陥検出器318で特徴抽出パイプライン312からの特徴と比較される（これは第1図の

特開平1-250847 (28)

CPU26によって行なわれ得る)。も検出された欠陥は使用者インターフェース処理部320に報告され、検出した欠陥を使用者に知らせる。入力バッファ310からの出力信号はモニタ34(第1図)に送られて使用者によって観察されている基板の損傷を診断する。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の自動プリント配線板検査装置のブロック図である。

第2図は検査しようとしているプリント配線板上の代表的な銅線の光散乱現象を説明する横断面図である。

第3図は表面照明がいかなる照明手段でも可能である例線の表面の一部を示す図である。

第4図は銅線対ガラス基板からの反射光の強さの差を説明するヒストグラムである。

第5図は銅反射率ピークの幅と照明源の開口数の関係を示すグラフである。

第6図は本発明のランベルト反射光照明源の概略横断面図である。

第14図は照明源配置システムとそれに関連したダクトの斜視図である。

第15a図および第15b図は本発明のスリット組立および照明源の一体空気軸受の平面直視断面図と底面図である。

第16a図および第16b図は本発明の並光照明源の第1実施例の平面横視断面図と斜視図である。

第17a図は本発明の並光照明源の第2実施例の概略図である。

第17b図は反射光、並光両照明を行なえる照明源の概略横断面図である。

第18図はスリット組立、照明源組立、センサ・レンズおよび互いに組合わせた電子機器を有するセンサの機械的な取り付けを説明する斜視図である。

第19図は特定の用途のために本出願人等が選んだ多セグメントTDIセンサの概略図である。

第20図はTDIセンサの個々のセンサ・セグメントの詳観図である。

第7図は第6図の照明源の斜視図である。

第8図は照明制限用スリットがある場合とない場合の、プリント配線板が低いNA、高いNAで照射されたときの入射、反射光線の形態を説明する、プリント配線板の横断面図である。

第9図はNAについて3つの異なった条件の下で第8図の形態のスリットが存在する場合に照明されたガラス基板と銅導電体のコントラストを説明する一直のヒストグラムである。

第10図はDuPont Resicon 218 Rフォトリジストの透過スペクトルのグラフである。

第11図は選定した光線の反射を説明する、第6図と同様の図である。

第12図は明視野、暗視野照明の真の組合わせのための、第1図の配置から変更した配置を示す図である。

第13図は第6図の照明源の横断面図であり、ランプおよびミラーを省略し、シュリーレン現象を抑える空気流制御システムを示す図である。

第21a図～第21j図は選定した入力照明パターンに対する所望の応答性を示すことによって選定したTDIセンサの要領仕様を説明する図である。

第22図は選定したTDIセンサの最低量子効率対波長のグラフである。

第23図は本発明の多セクションTDIセンサの1つのセクションのTDI電子要素のブロック図である。

第24図は第24図のTDI電子要素の種々のブロックからの選定信号のタイミング図である。

第25図は第24図のTDI電子要素セクションの1つに対応する単一の映像処理電子要素セクションのブロック図である。

図面において、5…照明光、6…導電体、10…検査装置、14…基板、20…光學照明源、25…映像処理部、26…CPU、30…ROM、32…RAM、34…モニタ、36…XYテーブル制御器、38…位置センサ、40…データバス、202…位相検止ループ、204…

特開平1-250847 (29)

タイミング発生器、206…T D I センサ、
 208…2倍乗算器、210、212…サンプリ
 ング・スイッチ、246、248…コンデンサ、
 214、216、220、242…バッファ、
 218、222、228…加算器、224、
 226…乗算器、230～236…D A C、
 238、240…R A M、244…フラッシュ
 A/D変換器、602…被照像領域、603…低
 帯域、901、902、903…ミラー、
 904…ビームスプリッタ、907、908、
 909…線源フィラメント式タングステン・ハロ
 ゲン・ランプ、910…スリット組立部、
 912…被検査領域、913、914、915…
 フィルタ、922…スリット、1102、
 1103…検ミラー、1503…光ファイバー
 束、1504…ミラー、1505…ミラー、
 1511…光源

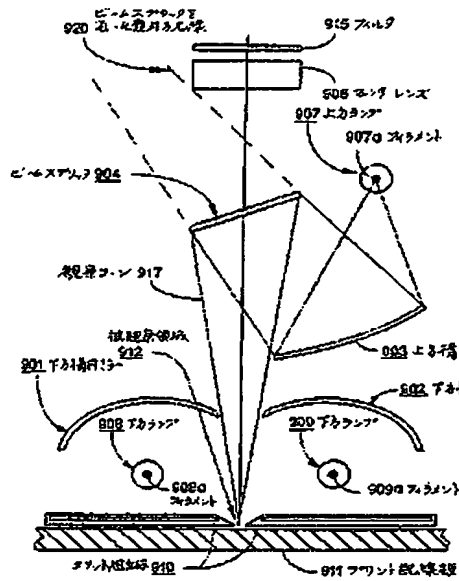
代理人 弁理士 加藤 行夫 (他2名)

PLL用の画素サイズ/走査速度デコード
 SH=PXSZ PXS2Q SPD1 SPDO

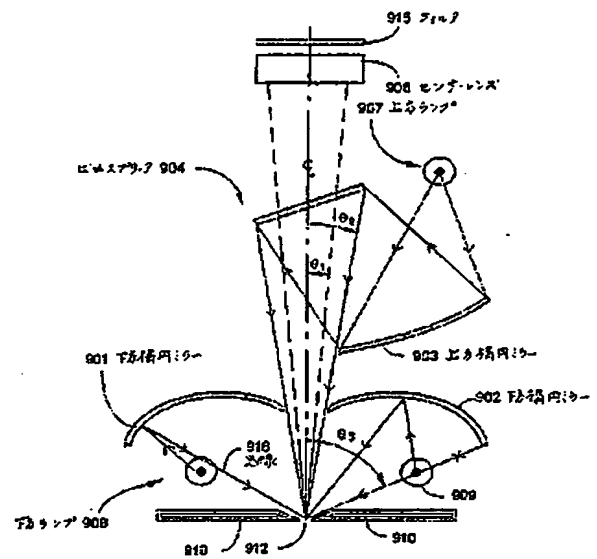
SH	画素サイズ Pixel Size	走査速度 Scan Speed	エンコーダ倍率 Encoder/Multiplier	スロバツバ位置	エカ位置	4XCK	PIXCLK	Tach Clock
0	6.5 μ m	3.05 ips	4	1760	4	6.8MHz	1.7MHz	.5 MHz
1	6.5	6.1	2	1760	2	13.6	3.4	1.0
2	6.5	12.2	2	880	1	27.3	6.8	2.0
N/A 3	6.5	24.4	1	880	—	—	—	4.0
4	13	3.05	4	1760	8	3.4	.85	.5
5	13	6.1	2	1760	4	6.8	1.7	1.0
6	13	12.2	2	880	2	13.6	3.4	2.0
7	13	24.4	1	880	1	27.3	6.8	4.0
8	26	3.05	4	1760	16	1.7	.42	.5
9	26	6.1	2	1760	8	3.4	.85	1.0
A	26	12.2	2	880	4	6.8	1.7	2.0
B	26	24.4	1	880	2	13.6	3.4	4.0
N/A C	—	3.05	4	1760	—	—	—	.5
N/A D	—	6.1	2	1760	—	—	—	1.0
N/A E	—	12.2	2	880	—	—	—	2.0
N/A F	—	24.4	1	880	—	—	—	4.0

オI表

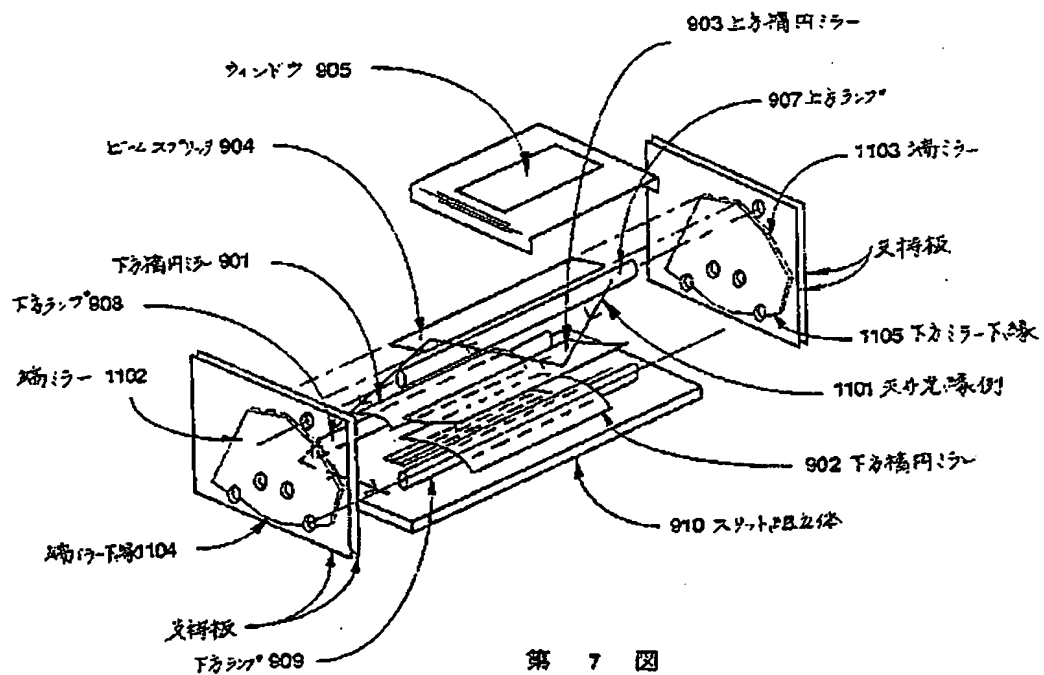
特開平1-250847 (31)



第 6 図

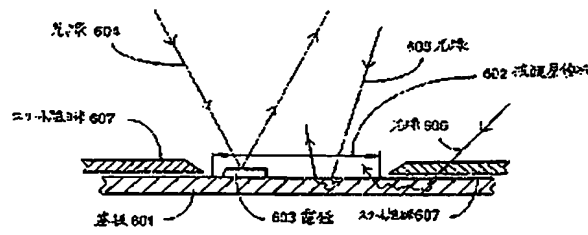


第 11 図



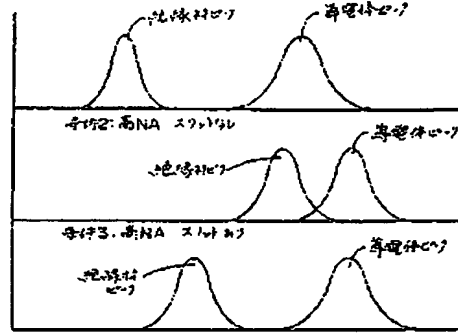
第 7 図

特開平1-250817 (32)

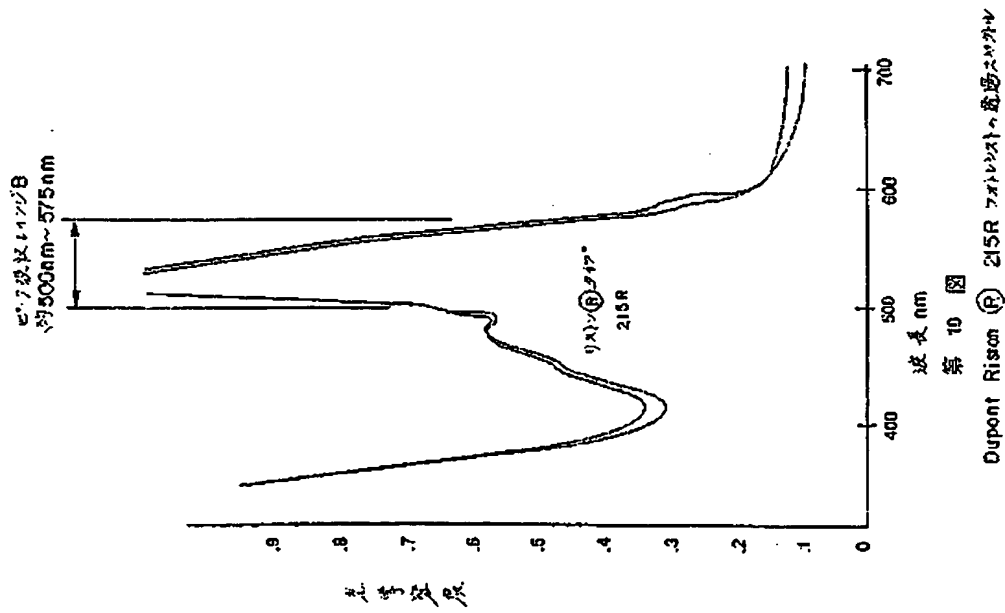


第 8 図

条件 1: 低NA スリット



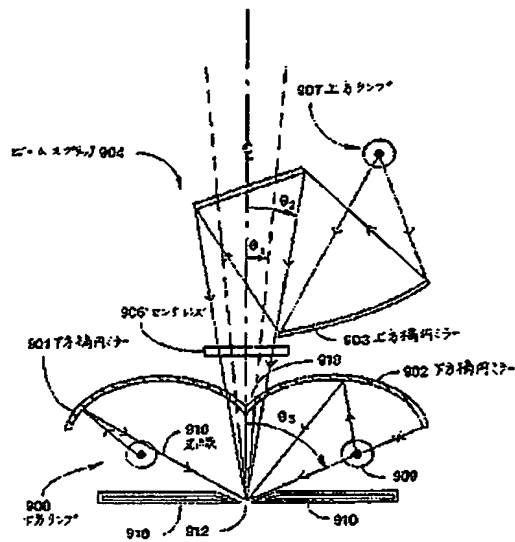
第 9 図



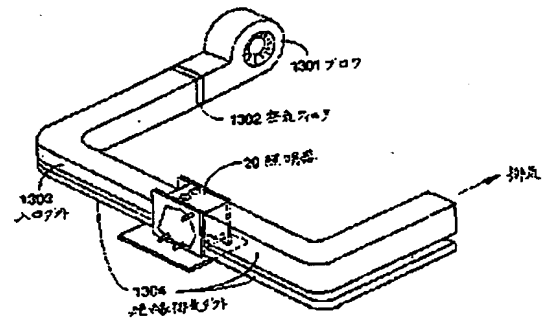
第 10 図

Dupont Rison (R) 215R フォトリソレジスト露光装置

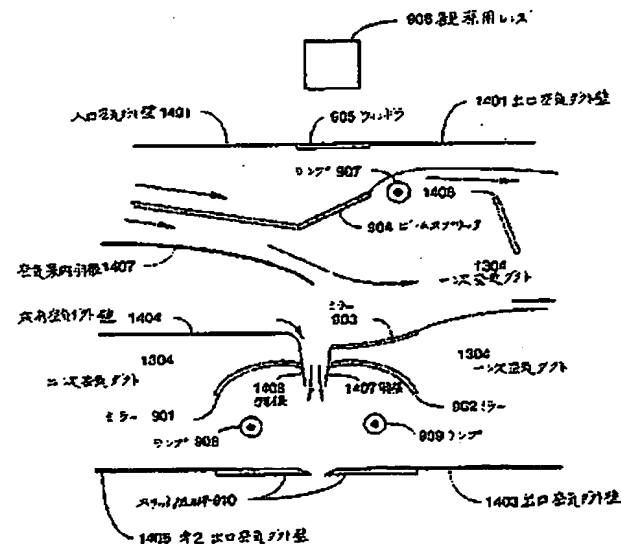
特開平1-250847 (33)



第 12 図

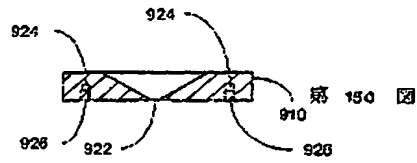


第 14 図

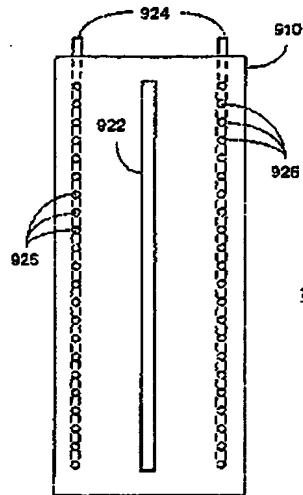


第 13 図

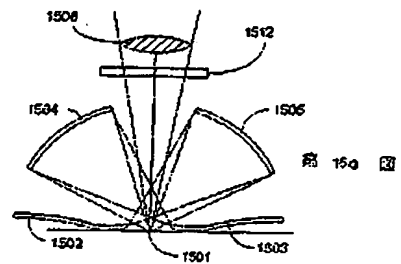
特開平1-250847 (34)



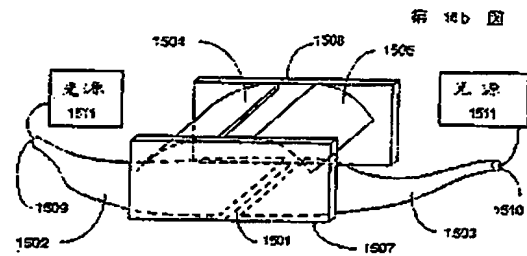
第 15 a 図



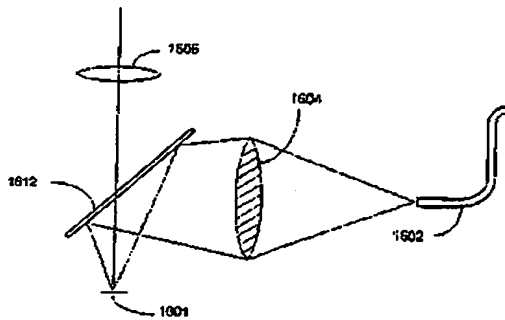
第 15 b 図



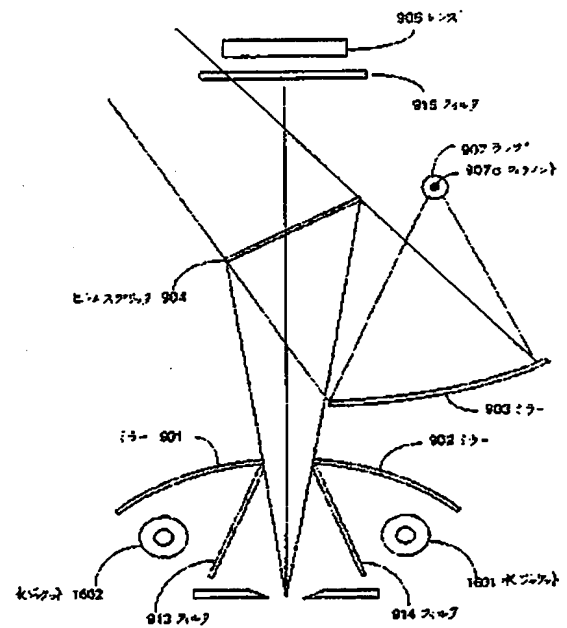
第 16 a 図



第 16 b 図

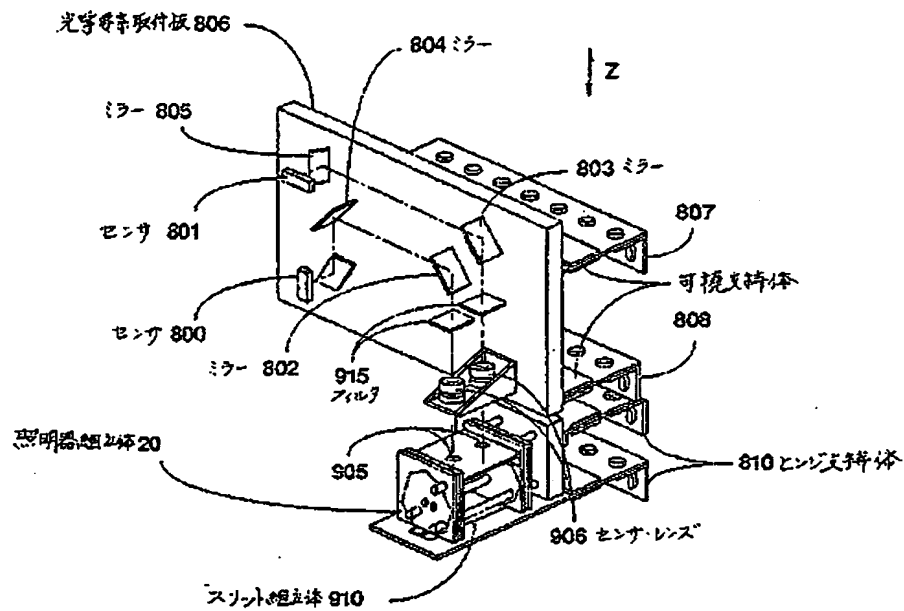


第 17 a 図

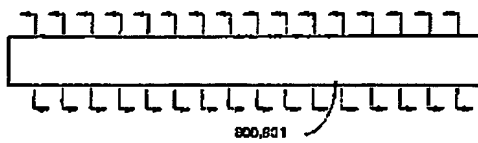


第 17 b 図

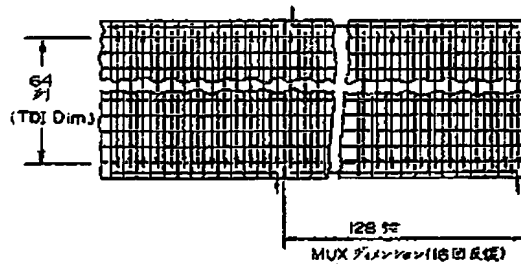
特開平1-250847 (35)



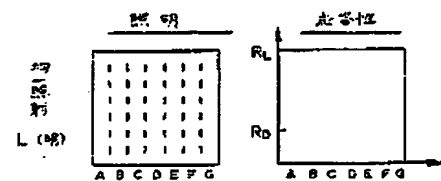
第 18 図



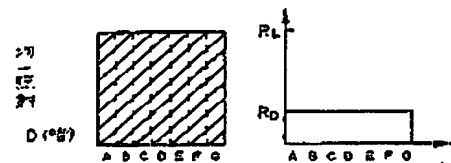
第 19 図



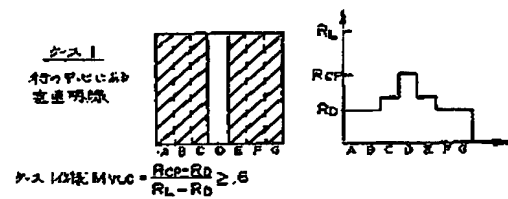
第 20 図



第 21a 図

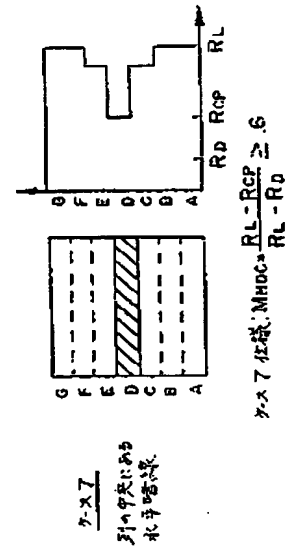
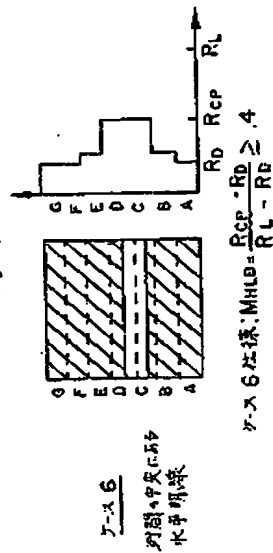
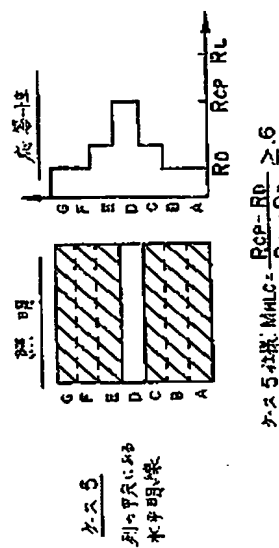
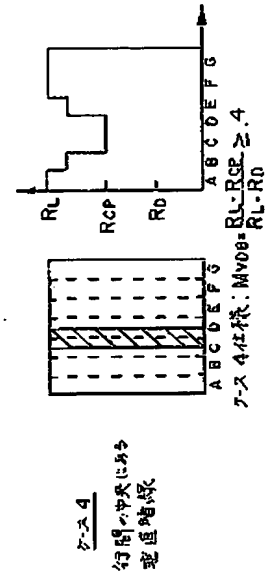
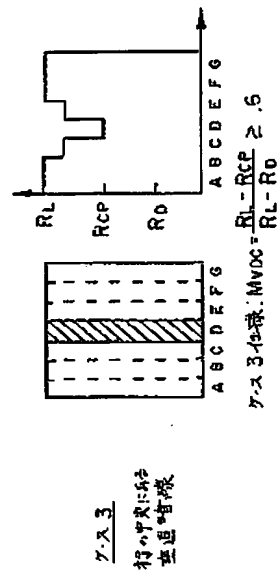
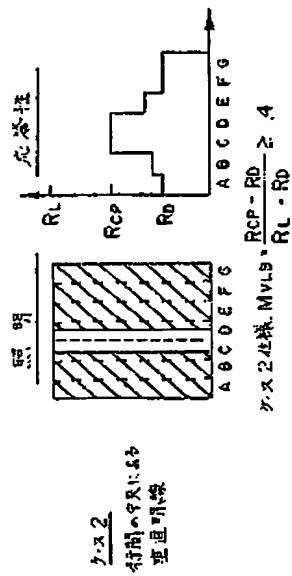


第 21b 図

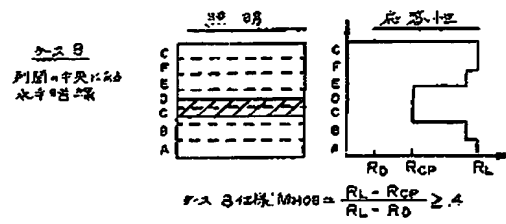


第 21c 図

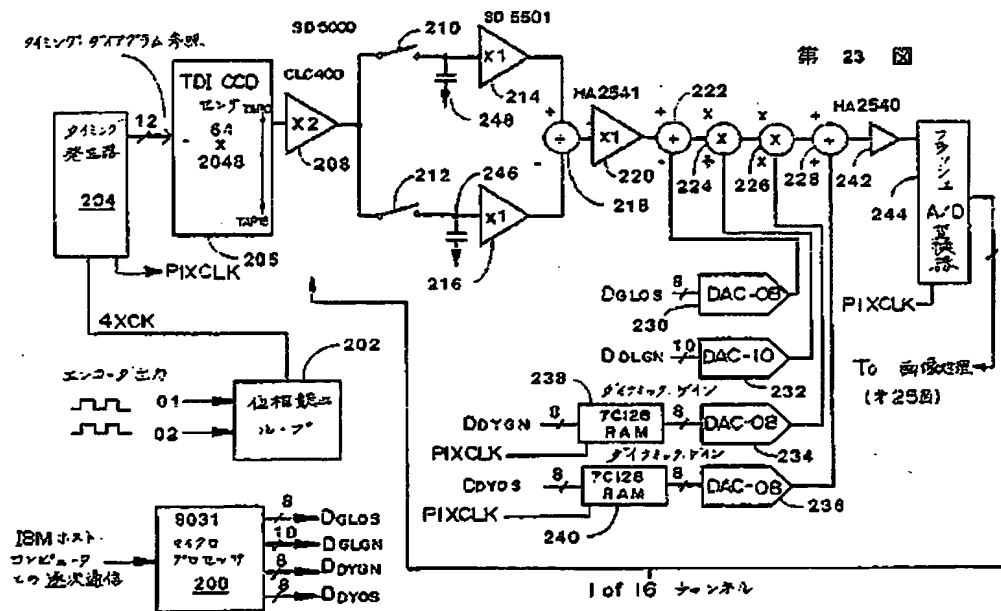
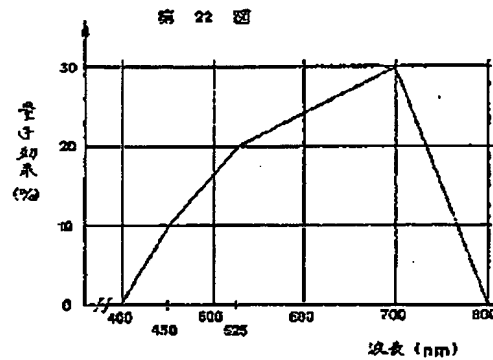
特開平1-250847 (36)



特開平1-250847 (37)

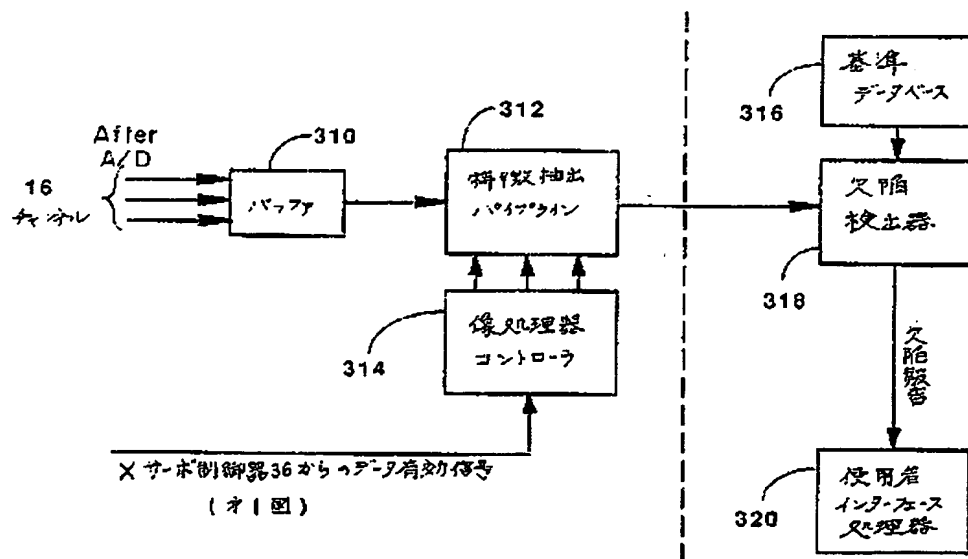
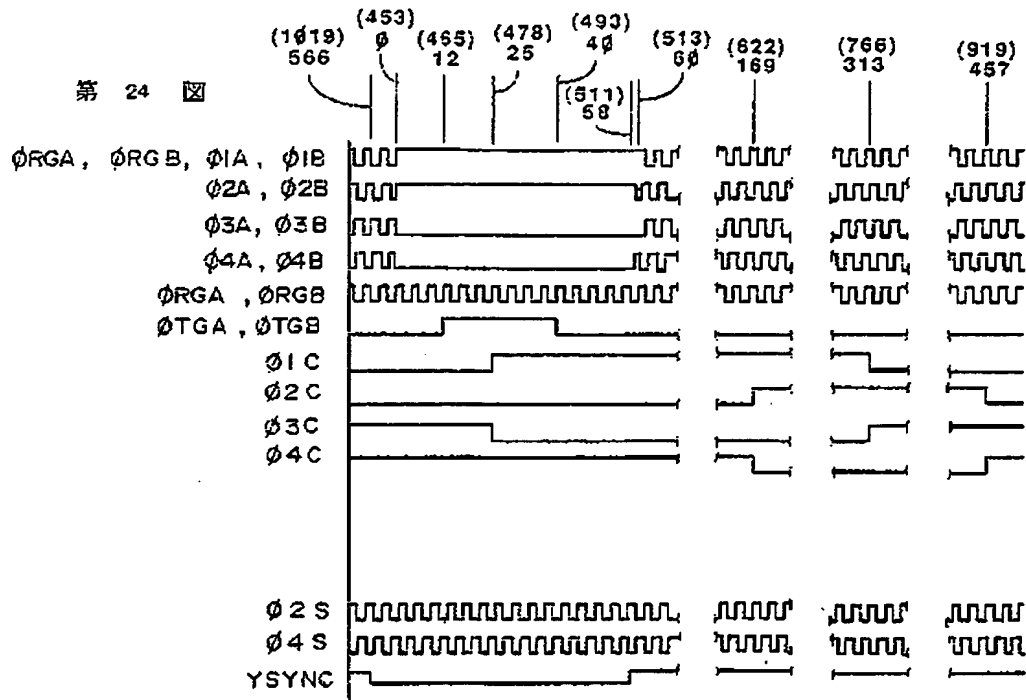


第 21 図



特開平1-250817 (38)

第 24 図



第 25 図

画像処理器ブロック図

特開平1-250847 (39)

第1頁の続き

⑫発明者	ジョン デイー グリ ーン	アメリカ合衆国 カリフォルニア 95062 サンタ クル ズ キンスレイ ストリート 2275-6
⑬発明者	フランシス デイ タッカー ザ サード	アメリカ合衆国 カリフォルニア 94025 メンロ パー ク ナンバー 11 オキーフ ストリート 190 イー
⑭発明者	マイケル イー フェ イン	アメリカ合衆国 カリフォルニア 94040 マウンテン ビュウ リメトリー レイン 1909
⑮発明者	ビー シー ジヤン	アメリカ合衆国 カリフォルニア 94043 マウンテン ビュウ アダ アベニュー 227 エイ
⑯発明者	デイビッド ジェイ ハービー	アメリカ合衆国 カリフォルニア 95008 キャンプベル ダラス ドライブ 425
⑰発明者	ウィリアム ベル	アメリカ合衆国 カリフォルニア 95123 サン ホセ エストニア コート 685

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.